

Tartu Ülikool

Lõputöö

**Roolindude (*Acrocephalus sp*) püügiefektiivsust mõjutavad
tegurid Häädemeeste Pulgoja linnujaamas sügisrände
perioodil**

Thea Perm

Juhendaja: Meelis Leivits, MSc.

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

/allkiri, kuupäev/

Osakonna juhataja:

/allkiri, kuupäev/

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. METOODIKA	6
1.1 UURITAVAD ROOLINNU LIIGID	6
1.2 MÄRGISTAMINE	9
1.3 ANDMED	11
1.3.1 VÄLITÖÖDEL SAADAVAD ANDMED	11
1.4 ANDMEANALÜÜS	14
2. TULEMUSED JA ARUTELU	15
2.1 ANDMETE KIRJELDUS	15
2.2 HOOAJA PÜÜGIARVU JA STANDARTISEERITUD PÜÜGIARVU ERINEVUS (HÜPOTEEES 1)	24
2.3 HOOAJA PÜÜGIARVU SÕLTUVUS SOODSATEST PÜÜGIPÄEVADEST (HÜPOTEEES 2)	29
KOKKUVÕTE	39
SUMMARY	41
KASUTATUD MATERJALID	43
LISAD 1-9	45

SISSEJUHATUS

Lindude märgistamine annab meile eelkõige võimaluse jälgida lindude käitumist, mille üheks keerulisemaks nähtuseks on ränne. Rändekäitumine on liigiti väga erinev, olles erinev ka ühte perekonda kuuluvate liikide puhul (Bibby, Green 1981). Rändeteekonna pikkuse alusel on võimalik jaotada rändavad liigid vastavalt lühi-, kesk- ja pikamaa ränduriteks (Balmer et al. 2008), kusjuures erinevus on ka rändeteekonna läbimise strateegias, näiteks võivad osad liigid rännata kaugele talvitumisalale lõunapoolkeral, tehes pikal rändeteel mitmeid puhkepeatusi, või lennates tuhandeid kilomeetreid peatumata otse talvitumisalale (Bibby, Green 1981).

Lindude märgistamine on üks põhilisemaid populatsiooni seiretehnikaid, mis aitab kindlaks teha, millised tingimused asurkonda mõjutavad – selle toimivust ja kohanduvust kliimamuutustele. Aastate jooksul toimivad demograafilised mõjutused (juurdekasv, noorte ellujäämus, populatsiooni hajuvus, uute isendite lisandumine, vanade isendite elumus) muudavad populatsiooni tugevalt (Kestenholz 2007).

Enamike Euroopa linnuliikide rändeteed on teada tänu märgistatud lindude taaspüükidele. Paljude rändlindude populatsioonid vähenevad ja taaspüükidest saadav info võimaldab jälgida nende iga-aastast rännet, puhkamis- ja talvitumisalasid. Rõngastusinfo näitab, kui keskkonnas toimunud muutused kahjustavad linnuliike (Kestenholz 2007) ja aitab keskkonnaorganisatsioonidel võtta vastu otsuseid liikide ja elupaikade kaitseks.

Roolindude rändeuuringutega on tegelenud C. J. Bibby ja R. E. Green (1981), kes uurisid kahte morfoloogiliselt sarnast ja lähedalt suguluses olevat liiki kõrkja-roolindu (*Acrocephalus schoenobaenus* Linnaeus, 1758) ja tiigi-roolindu (*Acrocephalus scirpaceus* Hermann, 1804). Mõlemad rändavad Inglismaa pesitsusaladelt talvituma Lääne-Aafrikasse, kuid kõrkja-roolind on suuteline seda teekonda läbima kiiresti, rännates lühikese ajaga ja peatumata pikki vahemaid, samal ajal kui tiigi-roolindude rändekiirus on tunduvalt väiksem ja ränne jaotub paljudeks lühikesteks etappideks. Erinevate strateegiate põhjus peitub nende toiduvalikus, toitumistehnikas ja

elukeskkonnas. Kõrkja-roolind toitub enne rändele minekut roostikes seal massiliselt paljunevatest rootäidest, nokkides neid rookõrtel istudes ja sõltudes seetõttu nende levikust. Tiigi-roolind on aga võimeline toitu hankima nii istudes kui lennus, mis laiendab tema toidubaasi ja aitab hakkama saada ka väljaspool roostikke (Bibby, Green 1981).

Eelpool nimetatud uuring ajendas EURING'i (The European Union for Bird Ringing) looma üleeuroopalist kõrkja-roolinnu rände ühisuuringut „Acrocephalus“, mille ülesandeks oli kõrkja-roolinnu rändestrategia uurimine, et võtta kaitse alla tähtsamad pesitsus- ja elualad (Leivits, Vilbaste 1990).

Eestis hakati roolinde rändeuuringu eesmärgil rõngastama 1979. aastal, kui rajati Kabli linnujaama filiaal Pärnumaale Luitemaa looduskaitsealale jäävasse roostikumassiivi. Loodud Häädemeeste Pulgoja linnujaam (58°06'N, 24°28'E) oli üks osa üleeuroopalisest „Acrocephalus“ projektist ja toimis projekti poolt ette antud kava kohaselt (Leivits, Vilbaste 1990). Linnujaam töötab käesoleva ajani ja sealt saadud välitööde andmed on aluseks ka antud uurimustöö kirjutamisel.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on välja tuua püügiefektiivsust mõjutavad tegurid ja nende mõju, milleks on analüüsitud viie eelpool nimetatud roolinnuliigi rõngastusandmeid sügisrände perioodil. Et saavutada uurimistöö eesmärk, tuli analüüsida:

- 1) milline on püügiperioodi ehk hooaja pikkuse mõju roolindude püügiarvule hooajal;
- 2) milline on ilmastiku mõju roolindude päevasele püügiarvule;
- 3) kuidas mõjutab soodsate püügipäevade arv hooajal roolindude püügiarvu.

Järgnevalt on esitatud töös esinevate terminite seletus:

- 1) Roolinnud – *Acrocephalus* perekonda kuuluvad värvuliste seltsi esindajad, kes oma elu-, pesitsus- või toitumispaijana kasutavad pilliroo *Phragmites* kooslusi ehk roostikku.

- 2) Hooaeg – periood kalendriaastas, kui linnujaamas toimub lindude püük ja märgistamine.
- 3) Standardiseeritud hooaeg – kindla pikkuse ja fikseeritud alguse ning lõpuga püügiperiood hooajal mil on linnujaam töötanud läbi vaadeldud aastate hooegade. Töös on võetud standardiseeritud hooaja pikkuseks 28 kalendripäeva – aasta 209- 236 päev ehk päevad mil jaam on töötanud läbi 1990-2011 aastate hooegade samaaegselt
- 4) Püügiarv - kogu hooaja jooksul püütud ja märgistatud lindude arv.
- 5) Standardiseeritud püügiarv - standardiseeritud hooaja jooksul püütud ja märgistatud lindude arv.

1. METOODIKA

1.1 UURITAVAD ROOLINNU LIIGID

Eestis on peamisteks roolindudeks kõrkja-, tiigi-, soo-, aed- ja rästas-roolind, kes kõik kuuluvad ühte perekonda (*Acrocephalus sp.*).

Kõrkja-roolind *Acrocephalus schoenobaenus* Linnaeus, 1758 (*Acr sch*)

Kõrkja-roolind on tavaline pesitseja enamikus Euroopa maades. Tema pesitsusalad ulatuvad Põhja-Skandinaaviast Kreeka ja Türgini lõunas ning Irimaalt Siberini (Borowiec, Peach 1997). Ta talvitub kogu Sahara-aluses Aafrikas, piirnedes Senegali, Etioopia ja Lõuna-Aafrikaga. Skandinaavia ja Lääne-Euroopa populatsioonid rändavad talvituma lõunapoolsesse Lääne-Aafrikasse (Borowiec, Peach 1997), samal ajal kui Soome ja Ida-Euroopa linnud liiguvad talvituma Kesk- ja Ida-Aafrikasse (Kuresoo 1994).

Elupaigana eelistab kõrkja-roolind madalamaid soid ja veelähedast keskkonda, kuigi tihti asustab ka kuivemaid kohti, hekke, võsa, okaspuu noorendikke ja põlde. Ta pesitseb tihedas taimestikus või põõsas, tavaliselt 50 cm kõrgusel maapinnast, kasutades roostikku ainult toitumiseks (Borowiec, Peach 1997).

Liigi pesitsustihedus tüüpilises elukeskkonnas on 300-600 paari/km². (Borowiec, Peach 1997). Eestis on kõrkja-roolinnu populatsioon aastatel 1960-1970 toimunud kasvu järel stabiliseerunud. Asurkonna suurus on umbes 70 000-120 000 paari (Birdlife International 2013).

Tiigi-roolind *Acrocephalus scirpaceus* Hermann, 1804 (*Acr sci*)

Tiigi-roolind pesitseb roostikes üle kogu Euroopa Volgast Atlandi ookeanini. Tema põhjapoolne levikuala serv ulatub 65-nda laiuskraadini Fennoskandias ja lõunapoolne Loode-Aafrikani (Schulze-Hagen 1997). Tiigi-roolind rändab üle Sahara kõrbe, talvitub peamiselt Aafrikas Sudaani-Zambia aladel, kuid on võimeline kohanema erinevate tingimustega ja võib rändel regulaarselt kalduda lõunasse Botsvaanasse või Namiibiasse.

Lääne-, Kesk- ja Põhja-Euroopa populatsioonid eelistavad kagupoolseid talvitusalasid (Schulze-Hagen 1997).

Tiigi-roolind eelistab pilliroo (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. 1841) tihnikuid tihedusega vähemalt 40 taimevart/m² ja minimaalse kõrgusega 120 cm. Eelistab veega külgnevat kaldataimestikku jõgedes, tiikides, järvedes või kitsastel kraaviservadel ja asustab ka mereäärseid roostikke. Tiigi-roolind pesitseb poolkoloniaalselt, suurte roostike keskel on pesitsustihedus madalam (Schulze-Hagen 1997).

Kuigi Eestis leiti esimene tiigi-roolind juba aastal 1871, siis pesitsemine leidis kinnitust alles aastal 1934 (Renno 1994). Alates sellest ajast on populatsioon kiirelt kasvanud, ulatudes praegu 20 000- 40 000 paarini (Birdlife International 2013).

Soo-roolind e. putke-roolind *Acrocephalus palustris* Bechstein, 1798 (*Acr. ris*)

Soo-roolinnu pesitsuslevila on laiemalt määratletud kui jahedama kliimaga Lääne-Palearktis, kus ta asustab peamiselt madalamaid alasid. Areaal ulatub Uuralitest 69-nda laiuskraadini (Schulze-Hagen 1997). Soo-roolinnul on võrreldes lähedaste liikidega kõige pikem rändetee. Euroopa populatsioon rändab mööda idapoolset Vahemere kallast alla Araabia poolsaarele, peatub pikemalt Sudaanis ja Etioopias, kust jätkab oma teekonda talvitusaladele Edela-Aafrikas Zambias ja Malaavil ja Kapimaa aladel Lõuna-Aafrikas (Schulze-Hagen 1997).

Tüüpiliseks pesitsusbiotoobiks on puhmastikud ja tihnikud, tavaliselt nõges (*Utrica dioica* Linnaeus 1753), angervaks (*Filipendula vulgaris* Moench 1794) ja põdrakanep (*Epilobium angustifolium* Linnaeus 1753), kuhu mõnikord lisandub ka pilliroogu ja põõsaid. Selline taimestik iseloomustab niiskeid või hooajaliselt üleujutatud kooslusi, mis on ökoloogiliselt mõnevõrra ebastabiilsed ja tihti lühiajalised (Schulze-Hagen 1997).

Soo-roolinnu populatsioon on Eestis pidevas tõusus, hetkel 50 000 – 100 000 paari (Birdlife International 2013).

Rästas-roolind *Acrocephalus arundinaceus* Linnaeus, 1758 (*Acr aru*)

Rästas-roolind elutseb Palearktika keskmistel laiuskraadidel, kus juuli keskmine temperatuur jääb vahemikku 17-32 °C (Schulze-Hagen 1997). Rästas-roolind talvitub Aafrikas Lõuna-Sahara kõrbest kuni Lõuna-Aafrikani, kuid väldib vihmametsade vööndit. Lääne-Euroopa populatsioon rändab troopilisse Lääne-Aafrikasse, Ida-Euroopa ja Siberi populatsioon Kagu-Aafrikasse (Schulze-Hagen 1997).

Rästas-roolind elutseb vahetult vee ääres, kõige kõrgemates roostikes. Eelistab üleujutatud püstist pilliroogu, harvem ahtalehist hundinuia (*Typha angustifolia* Linnaeus, 1753). Pilliroog peab olema vähemalt 2 aastat vana, varre läbimõõt väiksem kui 6,5 mm ning hõre - 34-62 vart/m² kohta (Schulze-Hagen 1997).

Eesti rästas-roolinnu populatsioon on viimase 100 aasta jooksul märkimisväärselt kasvanud (Peterson 1994) , praegusel hetkel pesitseb 4 000 – 8 000 paari (Birdlife International 2013).

Aed-roolind *Acrocephalus dumetorum* Blyth, 1849 (*Acr dum*)

Aaed-roolinnu on levinud parasvöötmes kuni Baikali järveni (Koskimies, Priednieks 1997). Talvituma rändab aed-roolind Indiasse, ületades kõrbete ja kõrgustike vööndi Kesk-Aasiast läänes (Chernetsov 2007 cit. Cramp 1992, Cramp and Perrins 1993).

Ta pesitseb laialdaselt põõsastikes, noorendikes, võsastunud raiesmikel, üleujutatud lammidel kase (*Betula spp*) ja paju (*Salix spp*) põõsastikes , metsarohtlas, võsastunud talukohtades, soodes ning teistes veeäärsetes kooslustes (Koskimies, Priednieks 1997).

Eestis on aed-roolinnu populatsioon kiirelt kasvanud peale esmapesitsust aastal 1938 (Leivits 1994). Hetkel on asurkond pidevalt suurenemas ja paaride arv hinnanguliselt 2 000 - 4 000 (Birdlife International 2013).

1.1 MÄRGISTAMINE

Märgistamine toimub linnujaamas, mis asub pilliroomassiivi vahetus läheduses.

Roostikku on rajatud võrgusihid, kuhu on puidust vaiade vahele horisontaalselt paigutatud nailonkiust loorvõrgud võrgusilma suurusega 16 mm, ühe võrgu pikkusega 10 m ja kõrgusega 2,5 m. Võrgud on musta värvi, sest see muudab nad peaaegu nähtamatuks, eriti tuulevaikse ilmaga.

Võrgud paigutatakse igal hooajal võrgusihtidele ja igal võrgul on oma identiteet ehk võrgunumber. Läbi vaadeldava perioodi on võrkude asukoht ja arv jäänud enamikel aastatel samaks, kuid on olnud väikeseid muutusi liinide asukohas ja võrkude arvus.

Horisontaalselt pingutatud võrkudele jäetakse taskud, kuhu lind saab sisse lennata. Võrgud on püügiks avatud päikesetõusust päikeseloojanguni ning suletakse ainult tugeva vihmaga ja tuulega üle 17 m/s (Tammekänd 2013), sest see võib lõhkuda võrke ja kahjustada linde. Lindudel peab olema võimalus tuule ja vihmaga varjuda roostikku, sest märgunud lind ei ole suuteline rännet jätkama. Võrke kontrollitakse hommikul päikesetõusust kuni kella 11-ni ja õhtul kella 16-st päikeseloojanguni pooletunnise intervalliga, kella 11.00-16.00 on võrkude kontrollimise vahe umbes 1 tund (Tammekänd 2013).

Võrgust ettevaatlikult vabastatud lind viiakse linnujaama rõngastuspunkti väikeses puuvillases kotis, kus lind saab rahuneda enne rõngastamist. Väikeste lindude nagu roolindude rõngastamise puhul piisab ühest rõngastajast. Lind võetakse ühte kätte (paremakäelise inimese puhul vasakusse kätte) kindlalt, kuid mitte tugevalt, ja asetatakse rõngastaja peopesale selili nii, et linnu suled on volditud vastu linnu keha. Linnu pea on suunatud rõngastaja sõrmede poole ja on fikseeritud õrnalt rõngastaja teise ja kolmanda sõrme vahele. Ülejäänud sõrmed suletakse ümber linnu keha, kuid nii, et pöidla ja väikese sõrmega saaks toetada linnu jalga, kuhu asetatakse rõngas (Whitworth et al. 2007). Sellises asendis on mugav kontrollida ka haudelaigu olemasolu ja rasvasuse indeksit või vaadelda tiivasulgede kuluvust.

Rõngastamisel võetakse rõngas rõngaketist ja avatakse nii, et teda oleks võimalik panna linnu jalga tarsuse kõige kitsamal kohal. Rõnga avamise lihtsustamiseks võib kasutada peene otsaga rõnga avamise näpitsaid. Rõnga sulgemiseks ümber linnu jala on samuti soovitatav kasutada rõngastamise näpitsaid, millel on peal erineva suurusega augud, mis omakorda vastavad rõnga suurusele. Rõngas surutakse tangide vahele nii, et rõnga avatud serv jääks näpitsa otste poole ja surutakse ühtlase tugevusega kinni. Peale rõngastamist märgitakse üles rõnga number ja muud vajalikud andmed (Whitworth et al. 2007).

Rõngastamiseks kasutatakse kergest alumiiniumsulamist rõngaid, mida on mitmes erinevas suuruses, vastavalt linnuliigile. Rõnga valikul peab lähtuma sellest, et selle sisemine diameeter peab olema linnu tarsusest veidi suurem (Whitworth et al. 2007), kuid rõngastamise lihtsustamiseks ja standardiseerimiseks on olemas rõngastuskeskuses väljastatud juhend, milles on ära toodud igale linnuliigile sobiv rõngaseeria.

Kõrkja-, aed-, soo- ja tiigiroolinnu puhul kasutatakse rõngaseeriat VA, millele lisandub viiekohaline number, mis annab igale linnule temale ainukordse identiteedi. Rästas-roolinnule kui kasvult suuremale linnule pannakse rõngas seeriatähisega PA, millele järgneb neljakohaline ID-number. Lisaks seeriale ja numbrile on rõngal ka info rõnga riikliku päritolu kohta. Eestis on kõik rõngad tähistusega MATSALU-ESTONIA (Vainu 2012). Eelpooltoodud rõngad on kasutusel aastast 2006, 1990-2005 oli väikeste roolindude puhul kasutusel seeria XB ja rästas-roolinnul seeria P.

1.2 ANDMED

Käesolevas uurimistöös kasutatakse Pärnumaa Pulgoja linnujaama rõngastusandmeid aastatetest 1990-2011. Kasutatud on ainult standartseid andmeid, st. välja on jäetud andmed, millel puudus või oli veaga võrgunumber, kellaaeg, kuupäev, liiginimi. Rõngastusandmed on algselt kirjutatud paberkandjale, kuid hiljem materjali töötlemise hõlbustamiseks ja andmete säilitamiseks on kogu materjal sisestatud MS Exceli tabelitesse ning sealt edasi andmebaasi. Andmeid töödeldi andmetöötlusprogrammiga R 2.15.2 (What is R? 2013), mis hõlbustab statistilist andmetöötlust ja erinevate graafikute loomist. Rakendatud statistiliste meetodite kirjeldus on lisatud iga probleemi käsitleva analüüsi juurde.

Ilmastikuandmed on saadud Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi andmebaasist. Töös on kasutatud Kihnu vaatlusjaama 1990-2011 aasta tuulekiiruse andmeid.

1.2.1 Välitöödel saadavad andmed

Rõngastusjaamas saadud andmed märgitakse andmevormi (lisa 1), mis koosneb kindlatest väljadest. Vajalik on üles märkida linnu rõngastamise kuupäev ja kellaaeg (vööndiaeg), rõnga seeria tähis ja rõnga number, võrgu number, linnuliik, linnu sugu, vanus, rasvasuse indeks, tiivapikkus, kehamass, rõngastaja nimi ja rõngastamise koht.

Lindude liigi määramisel kasutatakse määrajaid – Lars Svenssoni „Identification Guide to European Passerines“ ja Lars Svenssoni „Collins Bird Guide“.

Lindude vanus määratakse sulestiku kuluvuse, tooni ja värvi järgi, mis noorlindudel on heledam ja erksam ning vähem kulunud, kuid vanalindudel kulunud. Linnu vanuse ülesmärkimiseks kasutatakse tähiseid 1 või A. Number 1 tähistab esimese kalendriaasta lindu ja A (adult inglise keeles) 2 ja enam aasta vanust lindu (Tammekänd 2013).

Võimaluse korral määratakse ka linnu sugu, kuid roolindude puhul on see visuaalselt raskesti määratav. Emaslinde on võimalik määrata haudelaigu olemasolu alusel (Tammekänd 2013).

Tiiva pikkuse mõõtmiseks kasutatakse millimeeterjaotusega stopp-otsaga joonlauda. Linnu tiiva pikkuse mõõtmiseks tuleb tiib lahti voltida ja asetada joonlauale paralleelselt linnu keha keskteljega. Tiivanukk lükatakse vastu joonlaua stopp-otsa ja surutakse kindlalt, kuid ettevaatlikult linnu laba-hoosuled vastu joonlauda, samal ajal neid sirgeks lükates. Mõõdetakse laba-hoosulgede maksimaalset pikkust, mis esitatakse 1 millimeetrise täpsusega (Busse et al. 2006).

Rasvavaru hindamiseks kasutatakse visuaalselt määratavat rasvavaru indeksit **T**, mis saadakse kolme-etapilise hindamise tulemusena:

I etapp - rasva kontroll kõhul;

II etapp – rasva kontroll harkluul;

III etapp – rasva kontroll rinnaku lihastel.

I etapp –

- 1) kõhul ei ole nähtavat rasva või on punakas – tuleb kontrollida rasva olemasolu harkluul IIB etapis;
- 2) kõhul on ebaolulisel määral rasvaviirge (soolestik on nähtav) – rasvasuse indeks **T2**;
- 3) kõht on olulisel määral kaetud rasvakihiga, soolestik ei ole nähtav, kuid maks on – rasvasuse indeks **T3**;
- 4) kõht on täielikult kaetud rasvaga, väga kitsas viirg maksast võib olla nähtav. Sellisel juhul tuleb kontrollida rasva viiru olemasolu ülevalpool harkluul II A etapis.

IIA etapp -

- 1) õhu liikumine hingetorus harkluu vahel on nähtav, võib esineda natuke rasva – rasvasuse indeks **T0**;
- 2) kogu harkluu vahe on kaetud rasvaga – indeks **T1**.

IIB etapp –

- 1) harkлуу ваhe on ühtlaselt kaetud rasvaga – indeks **T4**;
- 2) rasv harkлуul on kumera padjandina – kontrollida rinnaku lihaseid III etapis.

III etapp –

- 1) rinnaku lihaste pind ei ole kaetud rasva viiruga - indeks **T5**;
- 2) rinnaku lihaste pind on kaetud rasva viiruga - indeks **T6**;
- 3) rinnaku lihased on osaliselt kaetud rasvaga - indeks **T7**;
- 4) rinnaku lihased on täielikult kaetud rasvaga – indeks **T8**.

Rasvasuse indeksi mõõtmiseks tuleb lind asetada selliliasendisse peo peale nii, et kael jääb mõõtja teise ja kolmanda sõrme vahele. Teise käe teise ja kolmanda sõrmega hoitakse linnu jalgu kergelt laiali. Puhutakse ühtlase pideva voona linnu kõhule ja hinnatakse kõhu rasvavaru. Kui tuleb hinnata ka rasvavaru harkлуul või rinnaku lihastel, siis selleks puhutakse vastavas suunas (Busse et al. 2006).

Kaalumiseks asetatakse lind plastikust koonusesse rabelemise vältimiseks. Linnu kaalumine toimub digitaalse kaaluga ja saadud tulemus märgitakse üles grammides ühe komakohaga (Busse et al. 2006).

Häädemeeste Pulgoja linnujaamas välitöödel on osalenud lindude püüdmisel ja märgistamisel uurimistöö autor ja Agu Leivits, Meelis Leivits, Madis Leivits, Henn Vilbaste, Jaak Tammekänd, Indrek Tammekänd, Üllar Tammekänd, Andrus Kuus, Margus Ellermaa, Aivo Klein, Sergei Shulepov, Veiko Vendelin, Priit Väljamäe, Eedi Lelov, Margus Ots, Marju Etit, Olavi Vainu, Liis Keerberg, Eeva Vinnal, Liisa Rennek, Pille Vahtmäe, Kadri Niinsalu.

1.3 ANDMEANALÜÜS

Hüpoteesid

Et jõuda töös esitatud eesmärkideni, tuleb luua hüpoteesid ehk oletused. Sõnastame nullhüpoteesid, mille ümberlükkamine on järgnevate analüüside eesmärk:

H_0^1 : hooajal võrku sattunud liigi isendite arv ehk püügiarv (võrgus) ning standardiseeritud hooajal võrku sattunud liigi isendite püügiarv ehk standardiseeritud püügiarv (võrgus) ei erine.

H_0^{1A} : hooajal võrku sattunud liigi isendite arv ehk püügiarv (võrgus) ning standardiseeritud hooajal võrku sattunud liigi isendite püügiarv (võrgus) on omavahel seoses.

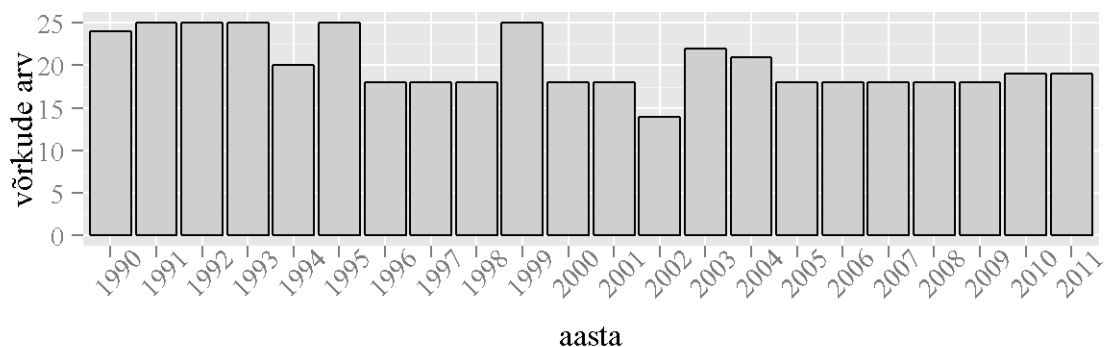
H_0^2 : hooajal tabatud ja märgistatud liigi isendite koguarv ei sõltu soodsate püügipäevade arvust hooajal.

2. TULEMUSED JA ARUTELU

2.1 ANDMETE KIRJELDUS

Võrkude arv

Võrkude arv on hooajal ehk antud aastal kasutuses olnud võrkude arv. Kuna vaadeldava perioodi erinevatel aastatel oli võrkude asetuses erinevusi, siis anti igale võrgu asukohale oma identiteet läbi kogu perioodi 1990-2011 kohta. Kasutusel olid võrgud asukohaga 1-st kuni 44-ni (Lisa 2).

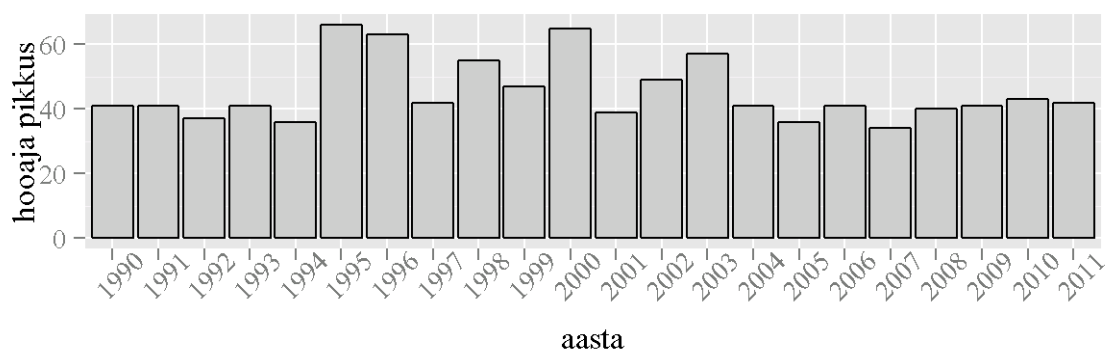


Joonis 1. Võrkude arv Pulgoja linnujaamas aastatel 1990-2011.

Jooniselt 1 on näha, et perioodi alguses oli kasutusel rohkem võrkusid, kuid alates aastast 2005 on võrkude arv ja asukohad (Lisa 3) olnud stabiilsed, aastatel 2005-2009 18 võrku ja 2010-2011 19 võrku. Keskmine võrkude arv on 20,2 võrku hooaja kohta.

Püügipäevade arv

Püügipäevade arv on päevade arv aastas ehk püügihooajal, mil toimus linnujaamas lindude püük ja märgistamine. Püügipäevade arv hooajal oli vaadeldavas perioodis 1990- 2011 erinev (Joonis 2), keskmine püügipäevade arv aastas on 45,32 päeva.



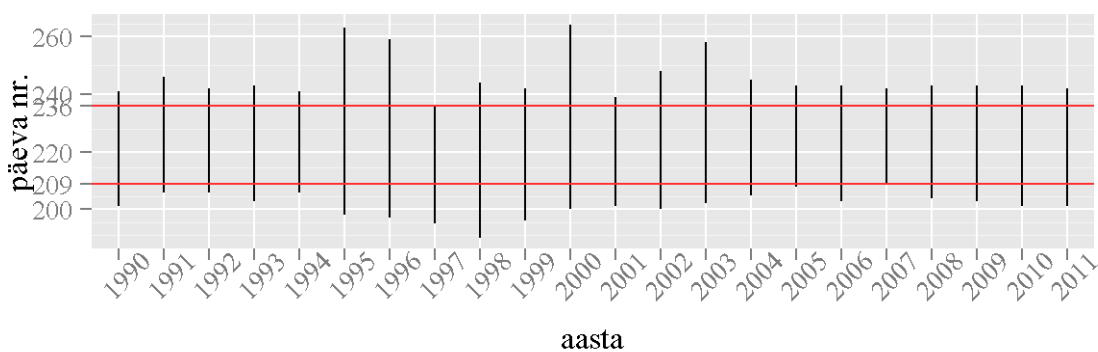
Joonis 2. Püügihooaja pikkus aastatel 1990- 2011.

Kõige rohkem püügipäevi oli 1995. aastal, kui hooaja pikkuseks oli 66 püügipäeva.

Kõige vähem püügipäevi oli 2007 aastal, mil oli ainult 34 püügipäeva.

Püügiperioodi päevade vahemik

Püügiperioodi päevade vahemik on kalendriaasta päevade vahemik, millal toimus püük linnujaamas. Kõige varem alustati püügihooaega 1998. aastal, kui esimeseks püügipäevaks oli 09.juuli, kõige hilisem hooaja lõpetamine oli aastal 2000, kui linnujaam suleti 20.september (Joonis 3).



Joonis 3. Püügiperioodi päevade vahemik aastatel 1990-2011. Punased jooned tähistavad standardperioodi.

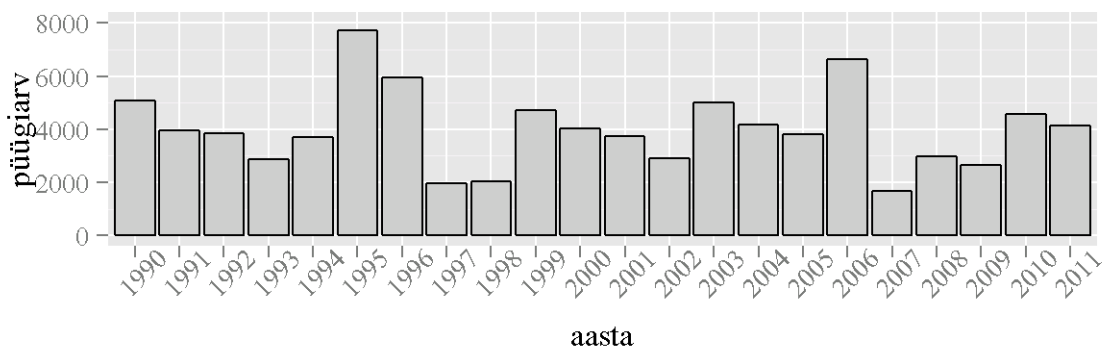
Standardiseeritud hooaja püügipäevade arv oli 28 päeva, kalendriaasta 209-ndast päevast kuni 236-nda päevani. Võeti aluseks aasta kalendripäevad, mitte kindlad kuupäevad, et vältida liigaasta mõju tulemustele. Mitteliigaastal on püügiperiood

28.juuli-24.august, liigaastal on standardiseeritud püügihooaeg 27.juuli – 23.august. Standardiseeritud hooaja aja ja pikkuse valikul lähtuti sellest, et see periood vastaks roolindude kesksele rännuajale

Summaarne püük

Summaarne püük on kõigi võrku sattunud liikide isendite arv ühe hooaja püügiperioodi jooksul.

Arvestatud on kõik esmapüütud isendid ja jäetud välja taas- ja korduspüügid. Summaarse püügi saamisel ei ole arvestatud ka lindude vanuselisi ega muid morfoloogilisi erinevusi. Samal alusel toimus ka summaarse standardiseeritud püügiarvu, roolindude summaarse püügiarvu ja roolinnuliikide summaarse püügiarvu arvestus.

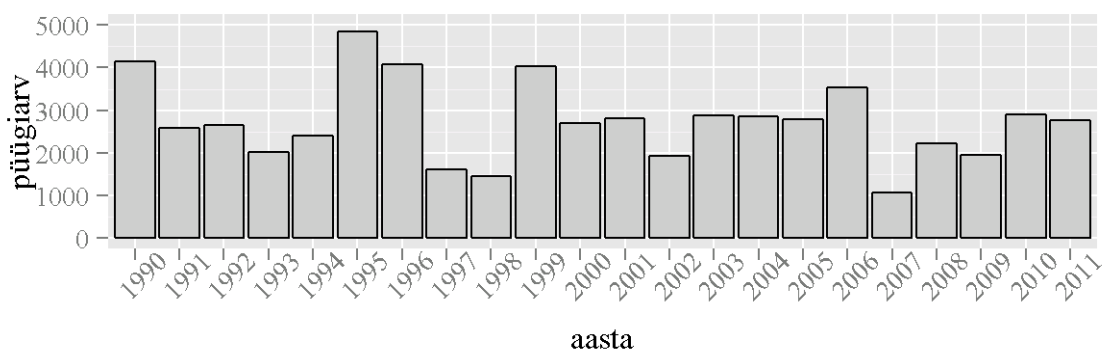


Joonis 4. Summaarsed püügiarvud aastatel 1990-2011

Jooniselt 4 on näha, et kõige suurem summaarne püük oli aastatel 1995 ja 2006, vastavalt 7729 lindu ja 6636 lindu, kõige väiksem aastal 1997 ja 2007, vastavalt 1659 ja 1659 lindu. Keskmise püügiarvu aastaks oli 4008 lindu.

Roolindude summaarne püük

Roolindude summaarset püüki iseloomustab 5 põhiliigi – kõrkja-, tiigi-, soo-, aed- ja rästas-roolinnu kõigi võrku püütud isendite arv ehk püügiarv ühe hooaja jooksul.

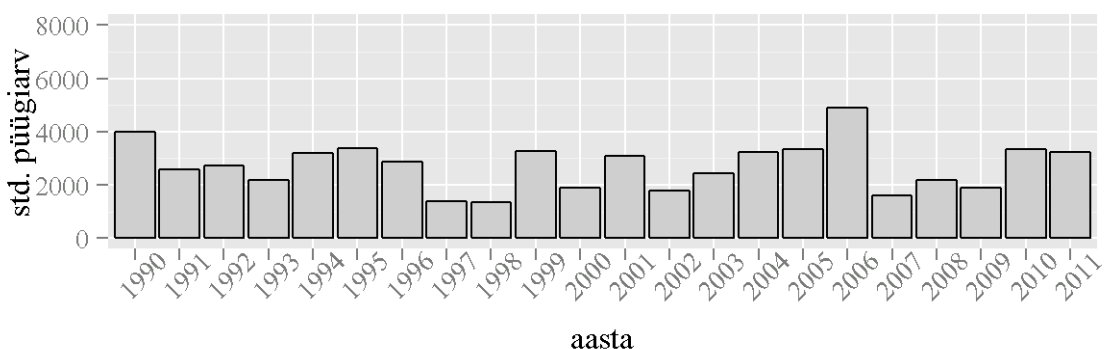


Joonis 5. Roolindude summaarne püük aastatel 1990- 2011

Jooniselt 5 ilmneb, et aastal 1995 oli roolindude summaarne püük kõige suurem, kui püüti 4854 roolindu. Kõige väiksem oli püük aastal 2007, mil püüti vaid 1075 roolindu. Kui võtta kogu vaadeldava perioodi summaarne püük ja roolindude summaarne püük, siis moodustavad roolinnud kogu summaarsest püügist 68,3%. 1995 aastal, mis oli nii summaarse kui ka roolindude summaarse püügi poolest edukas, olid 62,8% püütud lindudest roolinnud. Väikseima arvukusega püügiaastal 2007 oli roolindude osakaal 64,8%, mis näitab, et roolindude osakaal summaarsest püügist on suhteliselt stabiilne.

Standardiseeritud summaarne püük

Standardiseeritud summaarne püük on kõigi liikide võrku püütud isendite arv ehk püügiarv standardiseeritud hooajal.

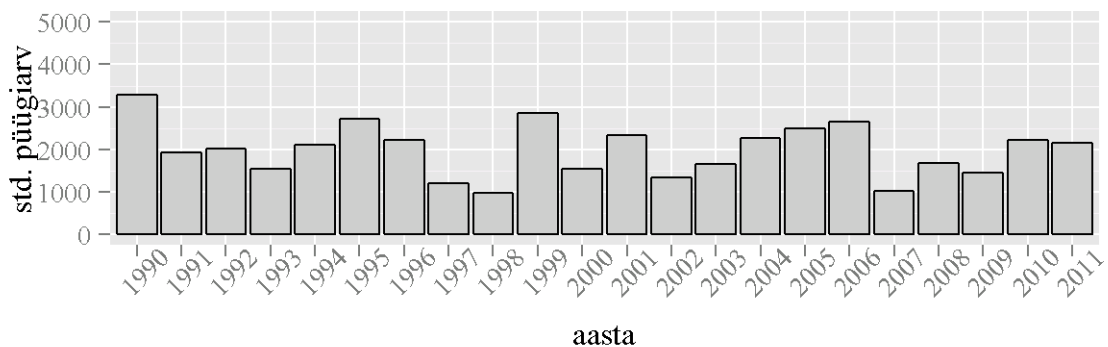


Joonis 6. Standardiseeritud summaarne püük aastatel 1990- 2011.

Jooniselt 6 nähtub, et standardiseeritud summaarne püük oli kõige suurem aastal 2006, kui püüti 4895 lindu, samuti oli see kõrge 1990. aastal, kui püüti 3988 lindu, väikseim aastatel 1997, kui püüti 1378 lindu ja aastal 1998, mil püüti 1336 lindu. Keskmise standardiseeritud summaarne püük oli 2738 lindu.

Roolindude standardiseeritud summaarne püük

Roolindude standardiseeritud summaarne püük iseloomustab 5 põhiliigi – kõrkja-, tiigi-, soo-, aed- ja rästas-roolinnu võrku püütud isendite arvu ehk püügiarvu standardiseeritud püügihooaja kohta.



Joonis 7. Roolindude standardiseeritud summaarne püük aastatel 1990-2011.

Jooniselt 7 on näha, et suurim roolindude standardiseeritud summaarne püük oli aastal 1990, kui püüti 3286 roolindu, vähim oli püük 1998.aastal, mil püüti vaid 970 roolindu. Kogu standardiseeritud perioodi summaarsest püügist moodustavad roolinnud 73,0 %. Aastal 1990, kõrgeima standardiseeritud summaarse püügiga aastal, moodustas roolindude osa 82,4% standardiseeritud summaarsest püügist. Aastal 1998, mil standardiseeritud perioodi summaarne püük ja roolindude standardiseeritud summaarne püük olid väikesed, moodustasid roolinnud 72,6% standardiseeritud summaarsest püügist. Roolindude suurem osakaal standardiseeritud summaarse püügi puhul on tingitud asjaolust, et standardiseeritud püügiperiood on valitud roolindude aktiivse rändeperioodi järgi. Summaarse püügi puhul hakkavad andmeid mõjutama teised liigid, kes rändavad ajaliselt hiljem.

Roolinnuliikide summarne püük ja standardiseeritud summarne püük

Kõrkja-roolind

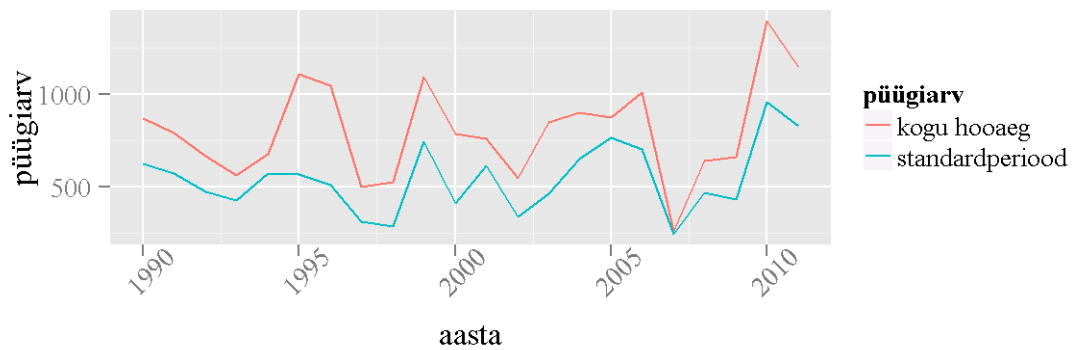
Jooniselt 8 on näha, et kõrkja-roolinnu arvukus on olnud läbi vaadeldava perioodi üsna kõikuv. Kõrgeim arvukus oli perioodi alguses aastatel 1990 ja 1995, vastavalt summarne püük 2640 ja 3357 isendit. Madal arvukus oli aastal 2007, kui summarne püük oli vaid 718 isendit. Samal aastal oli ka summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahe väga madal, olles ainult 23 isendit ehk 3,2% summaarsest püügist. Arvukuselt kõrgel aastal nagu 1995 oli standartiseeritud summarne püük 55,0% summaarsest püügist. Kogu perioodi summaarsest püügist moodustas standartiseeritud summarne püük siis 78,3 %.



Joonis 8. Kõrkja-roolinnu summarne püük ja standartiseeritud summarne püük aastatel 1990-2011.

Tiigi-roolind

Jooniselt 9 on näha, et tiigi-roolinnu arvukus on olnud kõikuv, kuid perioodi viimastel aastatel hakanud tõusma. Suurim arvukus leiti aastal 2010, kui summarne püük oli 1394 isendit, samas kui aastal 2007, mil arvukus oli vähim, püüti vaid 260 isendit. Samal aastal oli ka madalaim summaarse püügi ja standartiseeritud summaarse püügi vahe, olles vaid 17 isendit ehk 6,5% summaarsest püügist. Suurim erinevus summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahe oli aastal 1995, mil standartiseeritud summarne püük moodustas 51,2% summaarsest püügist. Kogu käsitletava perioodi summaarsest püügist moodustas standartiseeritud summarne püük 67,7 %.



Joonis 9. Tiigi-roolinnu summaarne püük ja standartiseeritud summaarne püük aastatel 1990-2011.

Soo-roolind

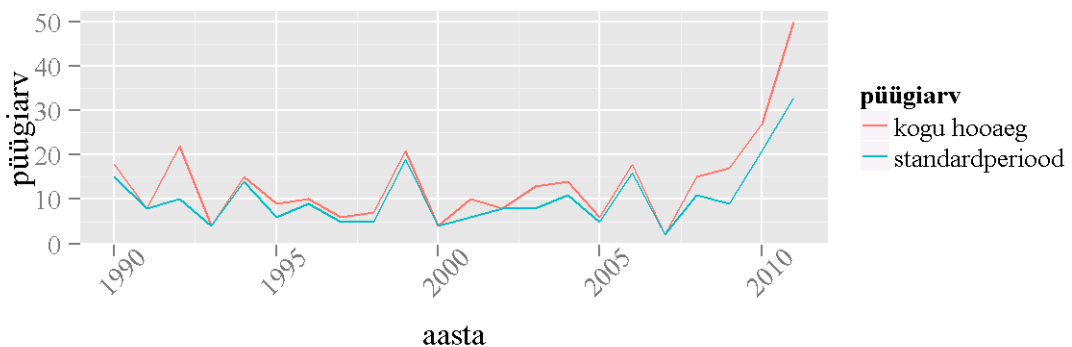
Jooniselt 10 on näha, et soo-roolinnu arvukus on järskude tõusude ja langustega. Kõrgeim arvukus oli aastal 1990, kui summaarne püük oli 518 isendit, kuid sarnaselt kõrkja- ja tiigi-roolinnule, oli arvukus madalaim 2007. aastal, mil püüti vaid 72 isendit. Soo-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevused on väiksemad kui kõrkja- ja tiigi-roolinnul. Suurim erinevus summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahe oli aastal 2003, kui standartiseeritud summaarne püük moodustas 71,9% summaarsest püügist. Kogu käsitletava perioodi summaarsest püügist moodustas standartiseeritud summaarne püük 87,3%.



Joonis 10. Soo-roolinnu summaarne püük ja standartiseeritud summaarne püük aastatel 1990-2011.

Aed-roolind

Aed-roolinnu arvukus on olnud suhteliselt madal, kuid hakanud tõusma alates aastast 2008, nagu nähtub jooniselt 11. Kõrgeim arvukus oli aastal 2011, kui summaarne püük oli 50 isendit, kuid sarnaselt eelpool käsitletud roolinnuliikidele oli arvukus madalaim 2007. aastal, mil püüti vaid 2 isendit. Aed-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevused on väiksed ja ilma eriliste erinevusteta. Suurim erinevus summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahe oli aastal 1992, kui standartiseeritud summaarne püük moodustas 45,45% summaarsest püügist. Kogu käsitletava perioodi summaarsest püügist moodustas standartiseeritud summaarne püük 75,3%.



Joonis 11. Aed-roolinnu summaarne püük ja standartiseeritud summaarne püük aastatel 1990-2011.

Rästab-roolind

Rästab-roolinnu arvukus on olnud väga kõikuv, nagu on näha jooniselt 12. Kõrgeim arvukus oli aastal 2010, kui summaarne püük oli 119 isendit, kuid aastal 1997 ei püütud ühtegi rästab-roolindu. Suurim erinevus summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahel oli aastatel 1995 ja 2003, kui standartiseeritud summaarne püük moodustas 62,9 % summaarsest püügist. Väikseim summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi vahe oli aastal 2004, kui standartiseeritud summaarne püük moodustas 80,9 % summaarsest püügist. Kogu käsitletava perioodi summaarsest püügist moodustas standartiseeritud summaarne püük 77,9 %.



Joonis 12. Rästas-roolinnu summaarne püük ja standartiseeritud summaarne püük aastatel 1990-2011.

2.2 HOOAJA PÜÜGIARVU JA STANDARTISEERITUD PÜÜGIARVU ERINEVUS (HÜPOTEES 1)

Hooajal võrku sattunud liigi isendite püügiarvu ja standardiseeritud püügiarvu leidmiseks võrgu kohta, peame läbi vaadeldava perioodi - 1990-2011 aasta, kõik kasutusel olnud võrgud järjestama ja identifitseerima ning võrdlema seejärel, kas hooajal võrku sattunud isendite arvus e. püügiarvus ja standardiseeritud hooajal võrku sattunud isendite arvus ehk standardiseeritud püügiarvus on erinevusi. Selle läbi saame teada, kas ja kui suures ulatuses mõjutab hooaja pikkus püügitulemusi.

Tähistame aasta i püügihooajal võrgust j tabatud ning märgistatud liigi isendite arvu tähisega n_{ij} ning sama aasta standardiseeritud hooajal võrgust j tabatud ning märgistatud liigi isendite arvu tähisega s_{ij} . Seega avaldub nullhüpotees järgnevalt $H_0^1: n_{ij} = s_{ij}$. Arvud n_{ij} ja s_{ij} on juhuslikud suurused meile tundmatu jaotusega. Kuna tegu on sisuliselt täisarvuliste loendusandmetega, võib eeldada Poisson'i jaotust. Kokkuvõttes taandub selle hüpoteesi kehtivuse kinnitamine kahe grupi keskväärtuste võrdlemisele. Parameetrilisel juhul (normaaljaotused) kasutatakse kahe grupi keskmiste võrdlemisel t-testi, kuid kuna käesolev andmestik on ilmselt kõike muud kui normaalselt jaotuv, siis kasutame t-testi mitteparameetrilist analoogi, milleks on nn. U-test e. Mann-Whitney U-test.

Hüpoteesi 1 kontrollimiseks koostati rõngastusandmetest järgmise kujuga andmetabel.

liik	aasta	võrk	kogupüük	std. püük
Acr aru	1990	1	10	6
Acr aru	1990	8	1	1
Acr aru	1990	9	1	1
Acr aru	1990	10	4	4
...				

Saadud andmeteabeli alusel koostati karpdiagrammid liigiti aastate kohta, mis on esitatud lisades 4 – 8.

Testide tulemused hooegade kaupa on kokku võetud tabelis 1.

Tabel 1. Paariviisilise U-testi tulemused hooajati. „+“ tähistab lahtris hooaega, kus erinevus liigi summaarses püügis ja standardiseeritud summaarses püügis on olulise erinevusega (olulisusnivoo $p < 0,05$). Tühjad lahtrid tähistavad juhte, kus testi läbiviimiseks polnud piisavalt andmeid.

aasta	Acraru	Acrdum	Accris	Acrsch	Acrsci
1990	+	-	+	+	+
1991	+		+	+	+
1992	+	+	+	+	+
1993	+		+	+	+
1994	+	-	+	+	+
1995	+	-	+	+	+
1996	+	-	+	+	+
1997		-	+	+	+
1998	+	-	+	+	+
1999	+	-	+	+	+
2000	+		+	+	+
2001	+	-	+	+	+
2002	+		+	+	+
2003	+	+	+	+	+
2004	+	-	+	+	+
2005	+	-	+	+	+
2006	+	-	+	+	+
2007	-		-	+	+
2008	+	-	+	+	+
2009	+	+	+	+	+
2010	+	+	+	+	+
2011	+	+	+	+	+

Teine oluline küsimus, mis on sõnastatud hüpoteesis 1A, peaks tooma selguse selles osas, kuivõrd seostub standardiseeritud püügiarv kogu püügiarvuga. Teisisõnu, kas

summaarne püügiarv näitab samasugust populatsiooni muutust, kui standardiseeritud püügiarv. Saadud tulemuste kohaselt erineb küll standardiseeritud püügiarvu absoluutväärtus kogu püügiarvust, kuid see analüüs ei tee kindlaks seda, kas need kaks suurus on omavahel seoses. Seose olemasolu näitab ära, kas uuritav juhuslik suurus „standardiseeritud püügiarv“ muutub sarnaselt kui kogu püügiarv. Selle kontrollimiseks teostati korrelatsioonanalüüs liigiti. Kuna Pearsoni korrelatsioonikordaja kasutamisel olid eeldused täidetud (tunnuste normaaljaotus), väljaarvatud aed-roolinnu puhul, kasutati Pearson'i meetodit (Tabel 2).

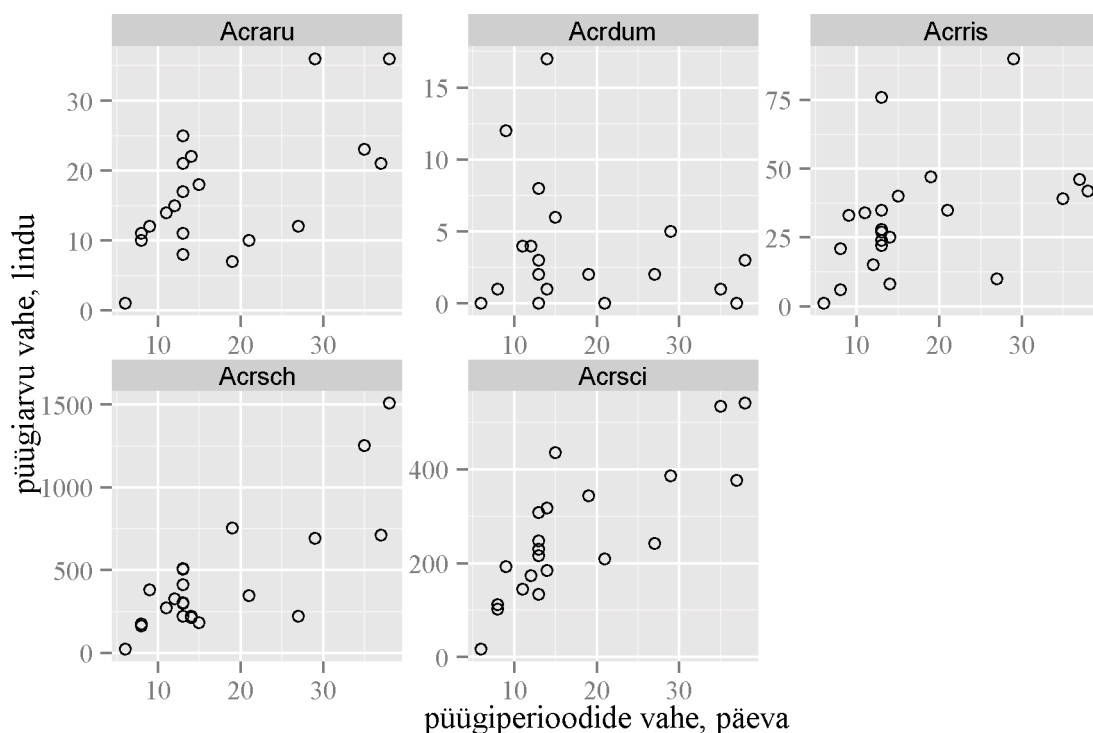
Tabel 2. Pearson'i korrelatsioonikordajad hooaja summaarse püügiarvu ja hooaja kogu püügiarvu vahel.

liik	α	t	p
Acr aru	0.96	15.1	<0,001
Acr dum	0.95	13.8	<0,001
Acr ris	0.99	27.7	<0,001
Acr sch	0.89	8.8	<0,001
Acr sci	0.87	8.0	<0,001

Viimasest tabelist järeldub, et standardiseerimisel ei muutu püügiarvu sisu. Üldjoontes on see näha ka vastavateelt joonistelt.

Võrreldes erinevaid roolinnu liike omavahel võib öelda, et arvukate liikide puhul nagu tiigi-, kõrkja- ja soo-roolind, on standardiseeritud hooaja püügiarv oluliselt erinev kogu hooaja püügiarvust, mis nähtub ka jooniselt 13.

Eelpool nimetatud kolme roolinnuliigi puhul on ka rändehooaeg ajaliselt pikem võrreldes standardiseeritud hooajaga, mis suurendab erinevust kogu hooaja ja standardiseeritud hooaja vahel. Tiigi-roolinnu puhul on viimaste isendite lahkumise keskmine kuupäev 07.10 (Renno 1994), kõrkja-roolinnul 22.09 (Kuresoo 1994) ja soo-roolinnul 07.09 (Leivits 1994).



Joonis 13. Lisanduvate püügipäevade mõju summaarsele püügiarvule.

Aed-roolinnu puhul puudub oluline erinevus summaarse püügiarvu ja standardiseeritud hooaja püügiarvu vahel. Selle liigi puhul võime eeldada, et rände fenofaas ja standardiseeritud püügihooaeg kattuvad, mida kinnitavad ka kirjanduse andmed (Leivits 1994). Eestis algab aed-roolinnu ränne juuli lõpus ja kestab augusti teise pooleni, mis kattub ka meie uurimistöö standardiseeritud püügihooajaga. Aed-roolinnu andmetele tuginedes võib väita, et kui püügiarv hooajal on kuni 10 isendit, siis pole otstarbekas välja tuua kogu püügihooaja ja standardiseeritud hooaja püügierinevust. Alates aastast 2009 on aed-roolinnu arvukus tõusnud ja avaldub ka erinevus püügihooaja ja standardiseeritud hooaja püügiarvudes.

Samuti ei tule erinevus välja vähearvuka rästas-roolinnu puhul aastal 2007, mil oli väga madala püügiga aasta (summaarne püük 23 ja standardiseeritud hooaja püük 22 isendit).

Põhiline suundumus on, et standardiseeritud püügiarv erineb summaarsest hooaja püügiarvust. Kui neid tulemusi kasutada liigi arvukuse trendide väljatoomiseks, tuleks kasutada standardiseeritud hooaja püügiarvu, sest kasutades kogu hooaja püügitulemusi,

saaksime tulemuse, mis on kallutatud püügihooaja pikkusele. See tulemus aitab meil planeerida linnujaama püügiperioodi pikkust, mida ei ole otstarbekas liigselt suurendada, sest liikide arvukuse trendid avalduvad juba standardiseeritud hooaja püügiarvudes.

Jälgides mingi liigi arvukuse trende standardiseeritud perioodi alusel üle paljude aastate tuleb arvestada erinevate globaalsete keskkonnamõjudega, mis võivad mõjutada lindude rändehooaega (Kestenholtz 2007). Selleks oleks otsatarbekas jälgida lindude rändetippude nihkeid pikema perioodi jooksul.

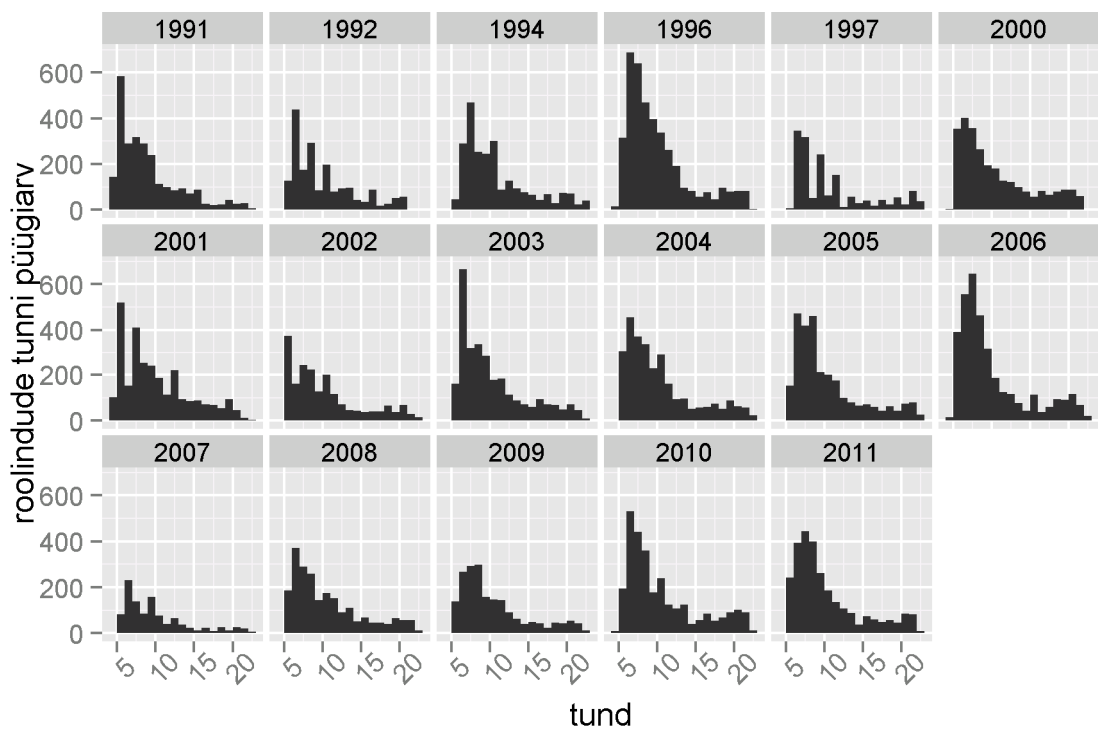
2.3 HOOAJA PÜÜGIARVU SÕLTUVUS SOODSATEST PÜÜGIPÄEVADEST (HÜPOTEES 2)

Selleks, et hooaja kohta arvutada soodsate püügipäevade arvu, peame esmalt meteoroloogilistele parameetritele tuginedes defineerima soodsa püügipäeva. Kogemuslikult võib väita, et soodsaks püügipäevaks võib lugeda päevad, mil hommikutundidel ei ületa tuule kiirus 5 m/s ning ei esine laussadu. Kuna peamine osa päevasest püügiarvust saadakse mingi kindla ajavahemiku (hommikutunnid) jooksul, peab ka ilmaandmeid analüüsima just selles vahemikus. Seetõttu püüame esmalt selgeks teha, millistel tundidel tehtud ilmamõõtmised võiksid sobida soodsate ilmaolude defineerimisel. Seejärel arvutatakse iga püügipäeva kohta soodsate püügitundide keskmised, mida analüüsitakse edasi. Lisamärkusena olgu öeldud, et hüpoteesi nr. 2 juures analüüsitakse vaid standardiseeritud püügiarve.

Hüpoteesis 2 sõnastatud võimaliku seose ümberlükkamiseks või kinnitamiseks tehakse esmalt korrelatsioonanalüüs. Kuna tegu on jällegi täisarvuliste andmetega ning püügiarvu puhul loendusandmetega, siis ilmselt jaotuvad need suurused mittenormaalselt. Korrelatsioonanalüüsis leitakse korrelatsioonikordaja, mis näitab seose olemasolu kahe juhusliku suuruse vahel. Kui juhuslikud suurused jaotuvad normaalselt, kasutatakse Pearson'i korrelatsioonikordajat. Juhul, kui tegu on mittenormaalse andmestikuga, nagu ilmselt ka käesoleval juhul, piirduetakse selle mitteparameetrilise analoogi ehk Spearman'i korrelatsioonikordajaga.

Päevase püügi jagunemine tunniti

Näitamaks seda, millise tunnivahemiku ilmaandemid peaks kasutama soodsate ilmaolude defineerimisel, analüüsime esmalt püügiarvu jaotust tundide lõikes. Joonisel 14 on esitatud roolindude püügiarvu histogrammid aastati. Histogrammi ribalaiuseks on 1 tund.



Joonis 14. Roolindude püügiarvu jaotus tundide lõikes.

Jooniselt 14 ilmneb, et histogrammidel on selgelt eristuv tipp vahemikus kell 6-9. Tabelis 3 on esitatud püütud lindude püügitunni protsentiilid. Nendest järeldub, et 50% kogu roolindude püügist tabatakse keskel läbi enne kella 9. Arvestame seda vahemikku ilmanäitajate keskmiste ja summade arvutamisel.

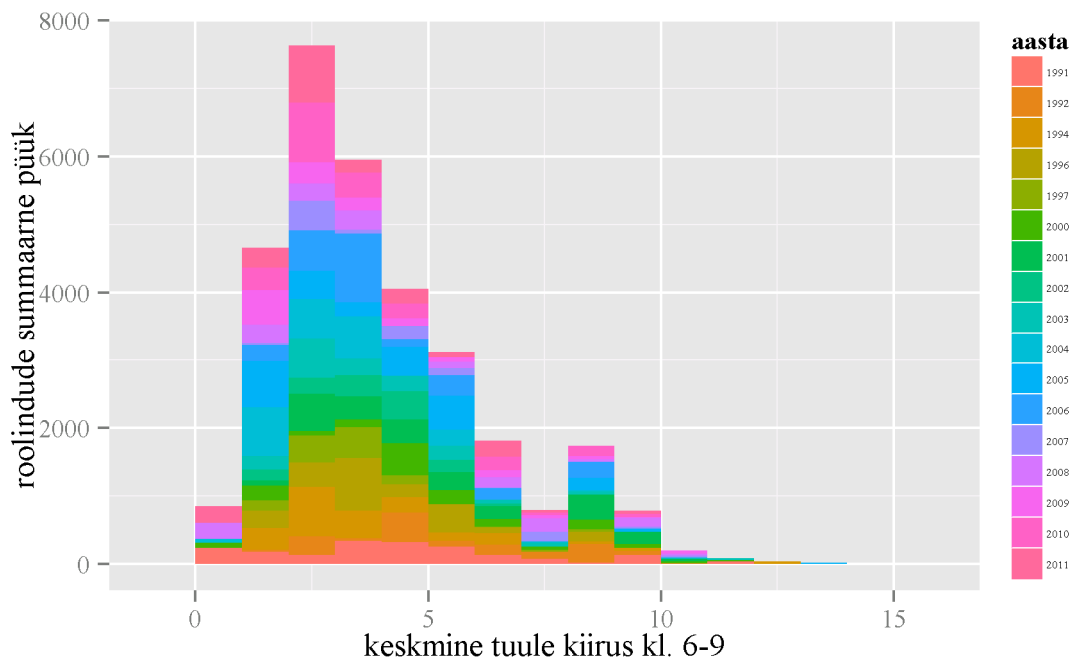
Roolindude liikumise aktiivsus langeb loetud tundidele peale päikesetõusu ja seega ei arvesta kellaajaline püügitund tegelikku eelistatud püügiaega. See tuleneb sellest, et püügihooaja vältel toimub päeva lühenemine umbes paari tunni võrra, mistõttu nihkub ka päikesetõus hooaja lõpus kellaajaliselt hilisemaks. Seda nihkumist tuleks arvestada ka tabeli 3 protsentiilide juures. Käesolevas töös seda ei arvestata.

Tabel 3. Püügitunni 5, 25, 50, 75 ja 95-protsentiilid.

aasta	5%	25%	50%	75%	95%
1990					
1991	5	5	8	12	19
1992	5	6	9	13	20
1993					
1994	6	7	10	15	22
1995					
1996	5	7	8	12	20
1997	6	7	9	14	22
1998	7	7	8	8	8
1999					
2000	5	6	9	14	21
2001	5	7	9	14	20
2002	5	7	9	17	21
2003	5	6	9	14	21
2004	5	7	9	14	21
2005	6	7	9	13	22
2006	5	7	9	15	21
2007	5	6	8	12	21
2008	5	7	9	13	21
2009	5	7	9	13	21
2010	5	6	8	12	20
2011	5	7	8	12	21
keskmine	5.3	6.6	8.7	13.2	20.1

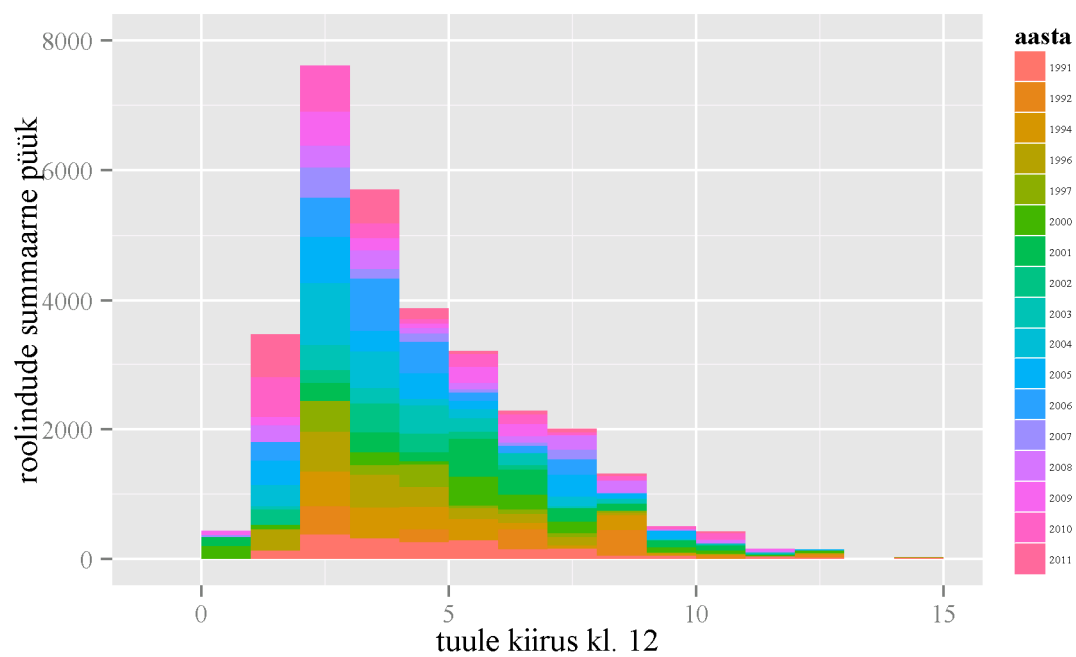
Tuule kiirus

Keskmise tuule kiiruse (kl. 6-9) histogramm (tuule kiirus vs. antud ilmaga püütud roolindude summa) alloleval joonisel (Joonis 15) toob selgelt esile püügi vähenemise üle 6 m/s tuulega.



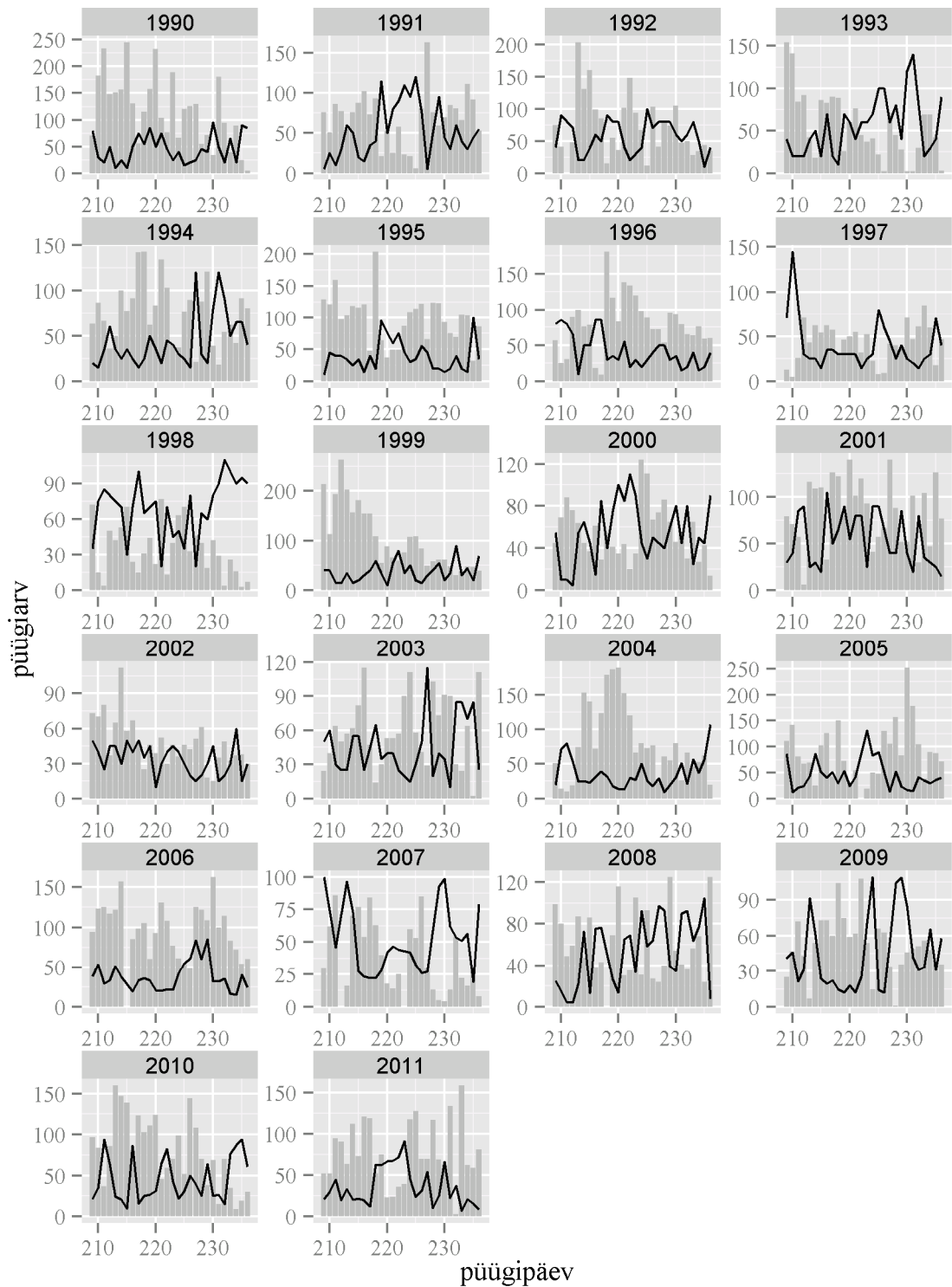
Joonis 15. Keskmine tuule kiirus kell 6-9 ja sellel ajavahemikul püütud roolindude arv.

Kui vaadata keskmist tuule kiirust (kell 6-9) ja roolindude püügiarve, siis on näha, et suuremal tuule kiirusel kui 5 m/s leiab aset järsk püügiarvu vähenemine. Kell 12 tuule kiirusel sellist mõju nii selgelt ei esine (Joonis 16).



Joonis 16. Keskmine tuule kiirus kell 12 ja sellel ajal püütud roolindude arv.

Järgnevalt vaatame standardperioodis (aasta 209-236 päev) püütud roolindude püügiarve päevade kaupa ja kella 6-9 keskmise tuule kiiruse mõju püügiarvule (Joonis 17).



Joonis 17. Roolindude standardiseeritud püügiarv tulpdiagrammina ning keskmine tuule kiirus kell 6-9 joonena. Tuule kiiruse ühikute saamiseks jagada arvu ühik 10-ga.

Joonisel 17 nähtub kohati üsna selgelt püügiarvu negatiivne korrelatsioon tuule kiirusega. Lisaks on näha tuulistele ilmadele järgnevaid rändepiike.

Soodne püügipäevade arv ja roolindude standardiseeritud summaarne püük

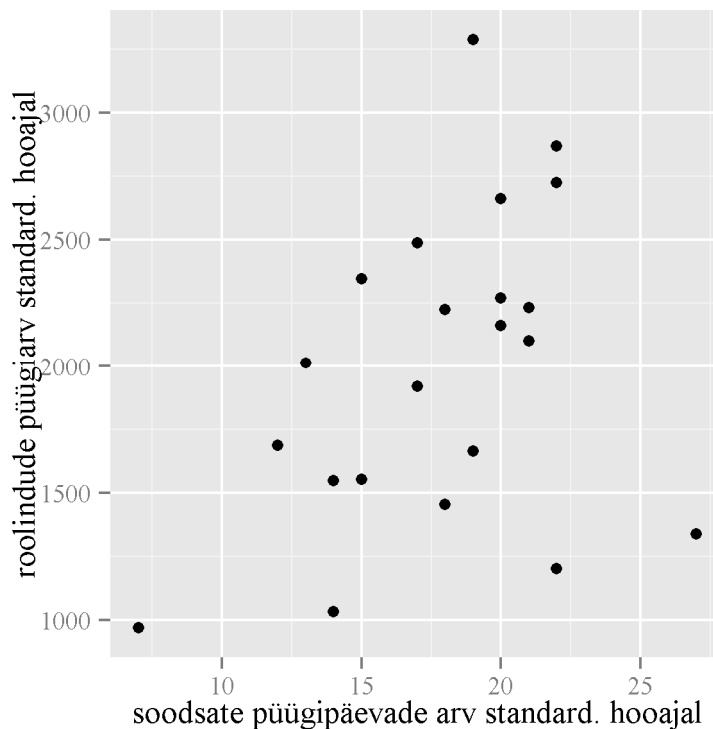
Järgnevalt on koostatud järgmise kujuga algandmete tabel:

aasta	päev	püük	tuul kl 6-9	soodus
1990	209	70	8	0
1990	210	183	3	1
1990	211	234	2	1
...

Algandmete tabelis tähistati tuule tugevus 0-5 m/s numbriga 1 ja üle 5 m/s tugevusega tuul 0-ga, mille põhjal on arvutatud igal aastal standardiseeritud hooaja kohta püütud roolindude summa ja soodsate püügipäevade arv, mis on ära toodud lisas 9.

Kahe juhusliku suuruse, soodsate püügipäevade arvu ja standardiseeritud roolindude summaarse püügi vahelise korrelatiivsuse leidmiseks viidi läbi korrelatsioonianalüüs. Esmalt vaatleme andmestikku koos, mitte liikide kaupa. Kirjeldatud tabeli põhjal arvutati iga hooaja (aasta) kohta summaarne püük (standardiseeritud) ning soodsate püügipäevade arv. Eeldustest on vaja kontrollida, kas juhuslikud suurused jaotuvad normaalselt, vastavalt millele valitakse korrelatsioonimeetod ja eelduste kontrolliks kasutatakse Shapiro-Wilk testi.

Shapiro-Wilk testi kohaselt ei erine soodsate püügipäevade arvu ($W = 0,97$; $p = 0,626$) ja püütud roolindude summa ($W = 0,98$; $p = 0,924$) jaotused normaaljaotusest. Seega võib korrelatsioonianalüüsil kasutada Pearson'i korrelatsioonikordajat. Nimetatud kahe tunnuse hajuvusdiagramm on esitatud joonisel 18.



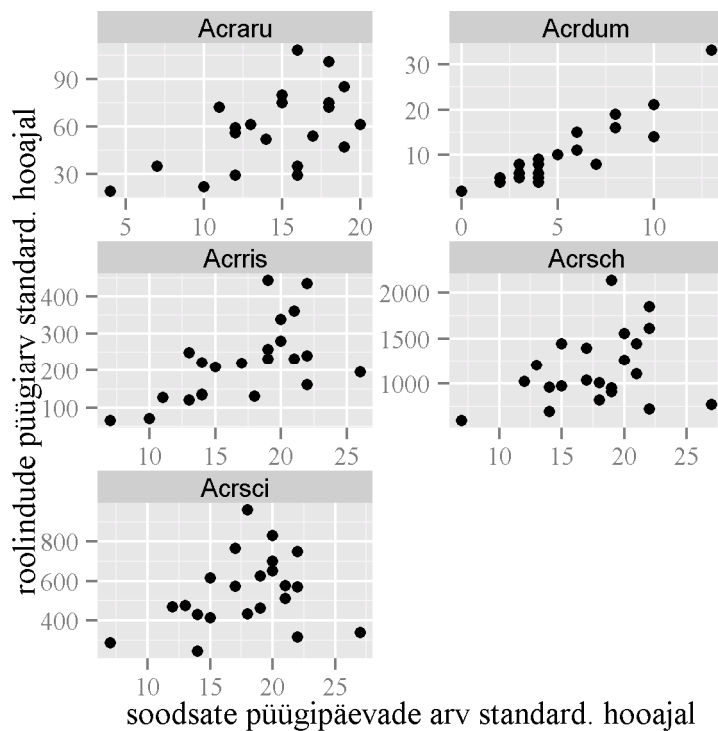
Joonis 18. Soodsate püügipäevade ja roolindude püügiarvu suhe standardhooajal.

Kahe tunnuse vahelise Pearson'i korrelatsioonikordaja väärtuseks saadi 0,36 ($t = 1,72$, $df = 20$; $p = 0,101$). Saadud tulemus viitab asjaolule, et konkreetne seos soodsate püügipäevade arvu ja roolindude kogupüügi vahel kas puudub või on väga nõrk ja ebamäärane.

Tulemuste kontrolliks tehti ka regressioonanalüüs nendele kahele tunnusele. Sõltumatuks tunnuseks valiti soodsate püügipäevade arv ja sõltuvaks püügiarv. Regressioonanalüüs viidi läbi kasutades lineaarset mudelit, mis andis sarnase tulemuse. Mudeli usaldusväärsust näitab F-test, mille väärtuseks saadi $F=2,95$ ($df=20$; $p=0,101$). See näitab, et taoline mudel ei kehti. Lineaarse mudeli tõusukordaja väärtuseks saadi $50,8 \pm 29,6$ ($t=1,72$; $p=0,101$).

Kokkuvõtvalt tähendab see seda, et H_0^2 kehtivust pole võimalik ümber lükata. Seega, roolindude summaarne püügiarv standardiseeritud hooaja vältel ei sõltu soodsate püügipäevade arvust.

Kontrollime kas H_0^2 kehtib sisult ka liigi kohta. Selleks visualiseerime soodsate püügipäevade arvu ja püügiarvud liikide kaupa (Joonis 19), kus iga liigi andmed on esitatud eraldi paneelil.



Joonis 19. Soodsad püügipäevad ja püügiarvud roolinnuliikide kaupa.

Aed- ja rästas-roolinnu puhul võib püügiarvus täheldada positiivset tententsi, kuid teiste puhul on seos ebamäärane. Analoogselt eelnenuga on teostatud korrelatsioonanalüüs liigi kaupa. Olulisi hälbeid normaaljaotusest vaadeldavate juhuslike suuruste puhul ei leitud, välja arvatud aed-roolinnu puhul.

Pearson'i korrelatsioonikordaja väärtused (α) on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. Pearson'i korrelatsioonikordaja väärtused püügiarvude ja soodsate püügipäevade arvu vahel.

liik	α	t	p
Acr aru	0,55	2,86	0,010
Acr dum	0,91	9,90	0,000
Acr ris	0,60	3,39	0,003
Acr sch	0,29	1,38	0,183
Acr sci	0,27	1,25	0,226

Saadud tulemuse kohaselt ei näi kahe kõige arvukama roolinnu, tiigi-roolinnu (Acr sci) ja kõrkja-roolinnu (Acr sch) püügiarv (standardhooajal) seostuvat soodsate püügipäevade arvuga. Ülejäänud kolme liigi puhul saab rääkida mõõdukast kuni isegi tugevast seosest (aed-roolinnu puhul). Aed-roolinnu puhul olgu märgitud, et Spearmani astakkorrelatsiooni kordajaks saadi 0.88 ($S = 206,8$, $p \leq 0,001$)

Kokkuvõtvalt jõudsime järeldusele, et kahe arvukama liigi, kõrkja- ja tiigi-roolinnu puhul, ei näi kogupüük seostuvat soodsate püügipäevade arvuga. Samas vähearvukate ja ajaliselt varasema rändeperioodiga liikide puhul näib summaarne kogupüük seostuvat soodsate ilmaoludega. Sellest võib järeldada, et arvukate liikide puhul on hooaja püüginumber pigem arvukuse näitaja ja trendide väljatoomisel ei saa lähtuda soodsate püügipäevade arvust.

KOKKUVÕTE

Käesolevas uurimistöös on käsitletud olulisemaid roolindude püügiefektiivsust mõjutavaid tegureid Häädemeeste Pulgoja linnujaama välitöödel kogutud püügiandmete baasil aastatel 1990 – 2011.

Püügiefektiivsust mõjutavate teguritena vaadeldi püügihooaja pikkuse standardiseerimise mõju roolindude püügitulemustele. Standardiseeritud hooaja pikkuseks valiti 28 päeva pikkune ajavahemik (aasta 209-236 päev), mis ühtib roolindude keskse sügisrände perioodiga. Esmalt vaadeldi liigiti hooaja summarse kogupüügi ja standardiseeritud hooaja püügi vahelise erinevuse olulisust. Selgus, et suurem erinevus tuleb välja arvukamate liikide nagu kõrkja-, tiigi- ja soo-roolinnu puhul. Erinevuse olulisus ei tulnud välja aed- ja rästas-roolinnu puhul, kuna nende arvukus on madal. Otstarbekas on aed-roolinnu puhul hakata vaatama erinevuse mõju alates 10 püütud isendist aastas. Aed-roolinnu puhul võib standardhooaja ja kogu hooaja väikest erinevust mõjutada ka tema fenoloogilise rändeperioodi kattumine standardhooajaga.

Kuigi kogu püügihooaja ja standardiseeritud hooaja püügiarvud võivad erineda, on siiski olulisem nendevaheline seos, mida analüüsiti. Liigiti tuli selgelt välja seos standardiseeritud ja kogu hooaja püügiarvude vahel ehk need arvud muutusid sarnaselt. Selle seose olemasolu tõttu saab jälgida liikide arvukuse trende lähtudes standardiseeritud püügihooajast. Antud tulemus aitab ka optimeerida linnujaama tööaja pikkust, sest pikk püügiperiood ei anna meile oluliselt rohkem infot liikide arvukuse ja trendide kohta.

Teise püügiefektiivsust mõjutava tegurina vaadeldi meteoroloogiliselt soodsate püügipäevade arvu mõju roolindude standardiseeritud püügiarvule. Esmalt analüüsiti päeva püügiarvu tundide lõikes, millest selgus, et intensiivseim püük toimub hommikul kell 6-9. Vaadeldes keskmise tuulekiiruse mõju püügiarvule selles ajavahemikus, leiti, et tuulekiirusel üle 5 m/s toimub järsk püügiarvude vähenemine. Antud tuulekiirus võetigi aluseks soodsate püügipäevade mõju analüüsimisel. Analüüsi tulemusena ilmnes, et arvukate liikide, nagu kõrkja- ja tiigi-roolinnu puhul, ei seostu summaarne püük

soodsate püügipäevade arvuga. Seos tuli küll välja vähearvukate (aed- ja rästas-roolind) ja ajaliselt varasema rändeperioodiga (aed-roolind) liikide puhul. Sellest võib järeldada, et arvukate liikide puhul on hooaja summaarne püüginumber pigem arvukuse näitaja ja seda ei mõjuta soodsate püügipäevade arv.

Kokkuvõtteks võib öelda, et suutsime ümber lükata esimese püstitatud nullhüpoteesi ja leida seose kogu hooaja ja standartiseeritud hooaja püügiarvude vahel. Teise nullhüpoteesi suutsime osade vähearvukate liikide puhul ümber lükata, kuid arvukate liikide puhul meie hüpotees kehtib.

Tänuavaldused

Töö autor tänab abi eest Agu Leivitsat, Jaak Tammekändu, Priit ja Tiina Zingelit.

FACTORS INFLUENCING THE REED WARBLER'S (*Acrocephalus sp*) CAPTURE EFFICIENCY IN THE HÄÄDEMEESTE PULGOJA BIRD RINGING STATION IN AUTUMN MIGRATION PERIOD

Thea Perm

SUMMARY

In the current study we investigated factors influencing the bird capture efficiency using mist nets in the Häädemeeste Pulgoja bird ringing station (South-West Estonia). The factors studied were number of fieldwork days, wind speed and number of favorable fieldwork days (based on wind speed). The bird species observed were the Reed Warblers that regularly occur in Estonia – European Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus* (Hermann, 1804), Marsh Warbler *A. palustris* (Bechstein, 1798), Blyth's Reed Warbler *A. dumetorum* (Blyth, 1849), Great Reed Warbler *A. arundinaceus* (Linnaeus, 1758) and Sedge Warbler *A. schoenobaenus* (Linnaeus, 1758). Data was collected during autumn migration in the years 1990-2011.

Analyzing the number of fieldwork days we focused on the total capture numbers during the entire bird ringing session and during the standardized ringing session (based on the number and location of mist nets). Our study revealed that in the case of abundant species (European Reed Warbler, Marsh Warbler and Sedge Warbler) there were major differences between the entire session and standardized session. Contrary, the scarce species (Blyth's Reed Warbler and Great Reed Warbler) showed no differences. Dissimilarity became evident when the species capture rate rose higher than 10 individuals per year. However, in the case of the Blyth's Reed Warbler there occurred highest overlap between species autumnal migration period and standardized ringing session, which may further alter the results.

All in all, studying species capture rates we found clear trends between the entire session and standardized session, which indicates that the annual changes in the species abundances reflects also in the species capture rates during standardized capture period. This allows us to optimize the length of the bird ringing sessions in the field stations.

Analyzing the effect of wind speeds to the Reed Warblers capture efficiency we found that favorable wind speeds were not higher than 5 m/s. On higher wind speeds the capture numbers declined. Still, in the case of the most common species (European Reed Warbler and Sedge Warbler) we didn't find any significant trends between the total capture rate and the number of favorable capture days, rather we can say that the total capture rate was the indicator of species abundance. But in the case of rarer species (or species who's autumnal migration starts earlier) the connection between total capture rate and the number of favorable capture days was evident.

In conclusion we can state that the factors influencing the Reed Warblers capture efficiency are species dependent and can be grouped according to the corresponding species abundance. Although we must consider the species migration phenology as an important factor influencing the capture efficiency.

KASUTATUD MATERJALID

Raamatud, kogumikud ja toimetatud väljaanded

- Balmer, D., Coiffait, L., Clark, J., Robinson, R., 2008. Bird Ringing. British Trust of Ornithology, Norfolk. 28-31
- Bibby, C.J., Green, R.E. 1981 Autumn Migration Strategies of Reed and Sedge Warblers. *Ornis Scandinavica*, Copenhagen. Vol. 12 No. 1. 1-12
- Borowiec, M., Peach, W., 1997. Sedge Warbler. In: Hagemeijer, W.J.M., Blair, M.J. (Editors), *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance*. T and AD Poyser, London, 567.
- Chernetsov, N., Bulyuk V.N., Ktitorov, P. 2007 Migratory stopovers of passerines in an oasis at the crossroads of the African and Indian flyways. *Ringings and migration*, 23. British Trust for Ornithology, Norfolk, 245
- Kestenholz, M., In: S. Baillie, F., Bairlein, J., Clark, C., du Feu, W., Fiedler, T., Fransson, J., Hegelbach, R., Juillard, Z., Karca, L. F., Kellre, M., Schaub, F., Spina. 2007. *Bird ringing for Science and Conservation*. EURING, The European Union for Bird Ringing, Norfolk, 16-17
- Koskimies, P., Friednieks, J., 1997. Blyth's Reed Warbler. In: Hagemeijer, W.J.M., Blair, M.J. (Editors), *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance*. T and AD Poyser, London, 576.
- Kuresoo, A., 1994. Sedge Warbler. In: Leibak, E., Lilleleht, V., Veromann, H. (Editors), *Birds of Estonia – status, distribution and number*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 188
- Leivits, A., 1994. Blyth's Reed Warbler. In: Leibak, E., Lilleleht, V., Veromann, H. (Editors), *Birds of Estonia – status, distribution and number*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 189
- Peterson, K., 1994. Great Reed Warbler. In: Leibak, E., Lilleleht, V., Veromann, H. (Editors), *Birds of Estonia – status, distribution and number*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 191-192
- Renno, O., 1994. Reed Warbler. In: Leibak, E., Lilleleht, V., Veromann, H. (Editors), *Birds of Estonia – status, distribution and number*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 190-191

- Schulze-Hagen, K., 1997. Marsh Warbler. In: Hagemeyer, W.J.M., Blair, M.J. (Editors), The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. T and AD Poyser, London, 570-571.
- Schulze-Hagen, K., 1997. Reed Warbler. In: Hagemeyer, W.J.M., Blair, M.J. (Editors), The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. T and AD Poyser, London, 572-573.
- Schulze-Hagen, K., 1997. Great Reed Warbler. In: Hagemeyer, W.J.M., Blair, M.J. (Editors), The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. T and AD Poyser, London, 574-575.

Intervjuud

- Vainu, O., 19.10.2012. Rõngastuse spetsialist. Keskkonnaamet.
- Tammekänd, J. 23.04.2013 Looduskaitse bioloog. Keskonnaamet.

Interneti leheküljed

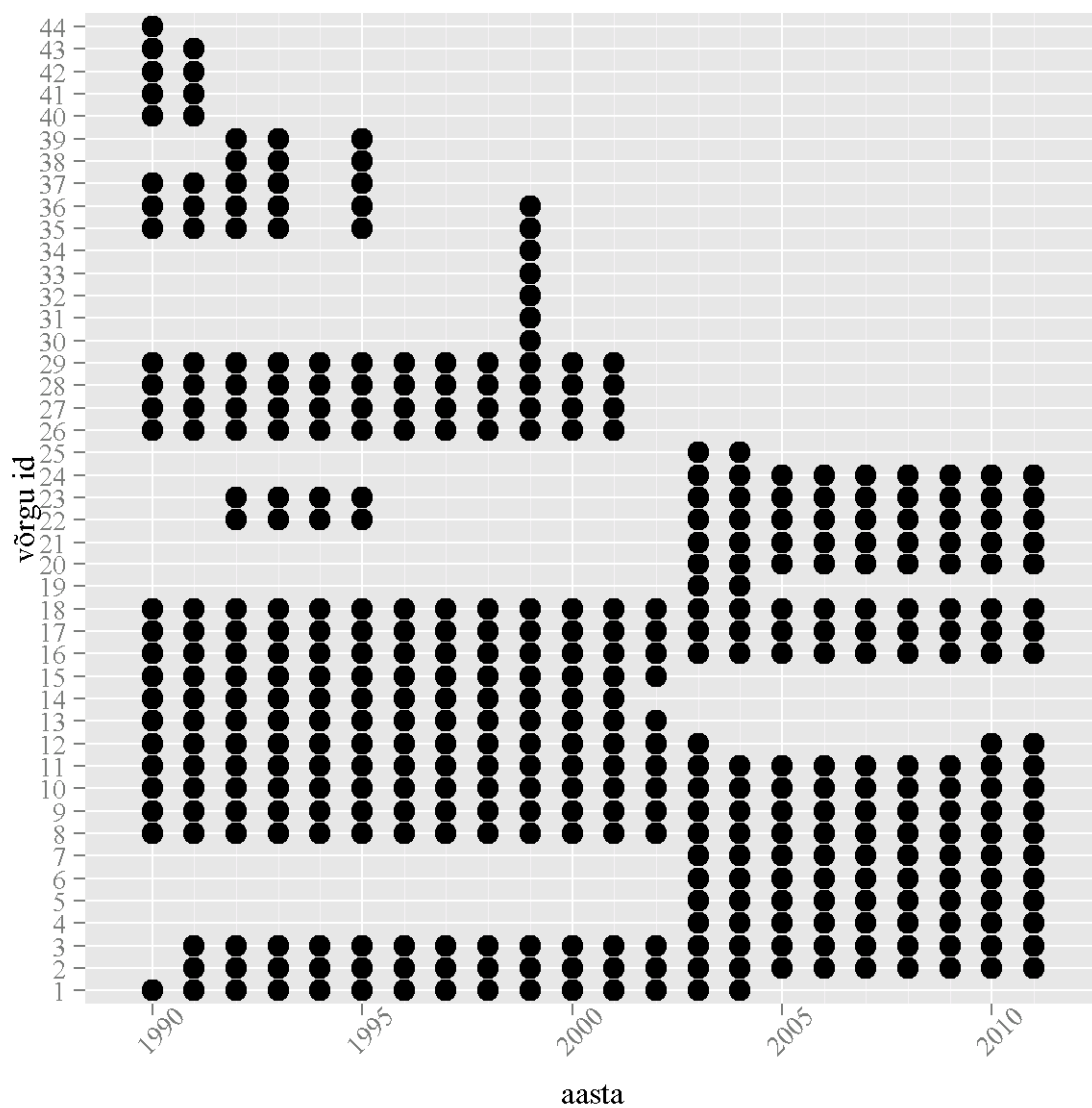
- Busse, P., Cofta, T., Meissner, W., Patapavicius, R., Payevsky, V., Persson, C. 2006 Bird Station Manual. SE European Bird Migration Network. [<http://www.seen-net.eu/index.php?id=11>]
- Birdlife International, 2013. Butchart, S., Symes, A. (Evaluators) IUCN Red List for birds, [<http://www.birdlife.org>]
- What is R? 13.05.2013. [<http://www.r-project.org/>]
- Whitworth, D., Newman, S.H., Mundkur, T., Harris, P. 2007 Wild Birds and Avian Influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques. FAO Animal Production and Health Manual, No. 5. Rome., 53 [<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1521e/a1521e04.pdf>]
- Kabli linnujaam, 03.05.2013. [www.kabli.nigula.ee]

LISAD

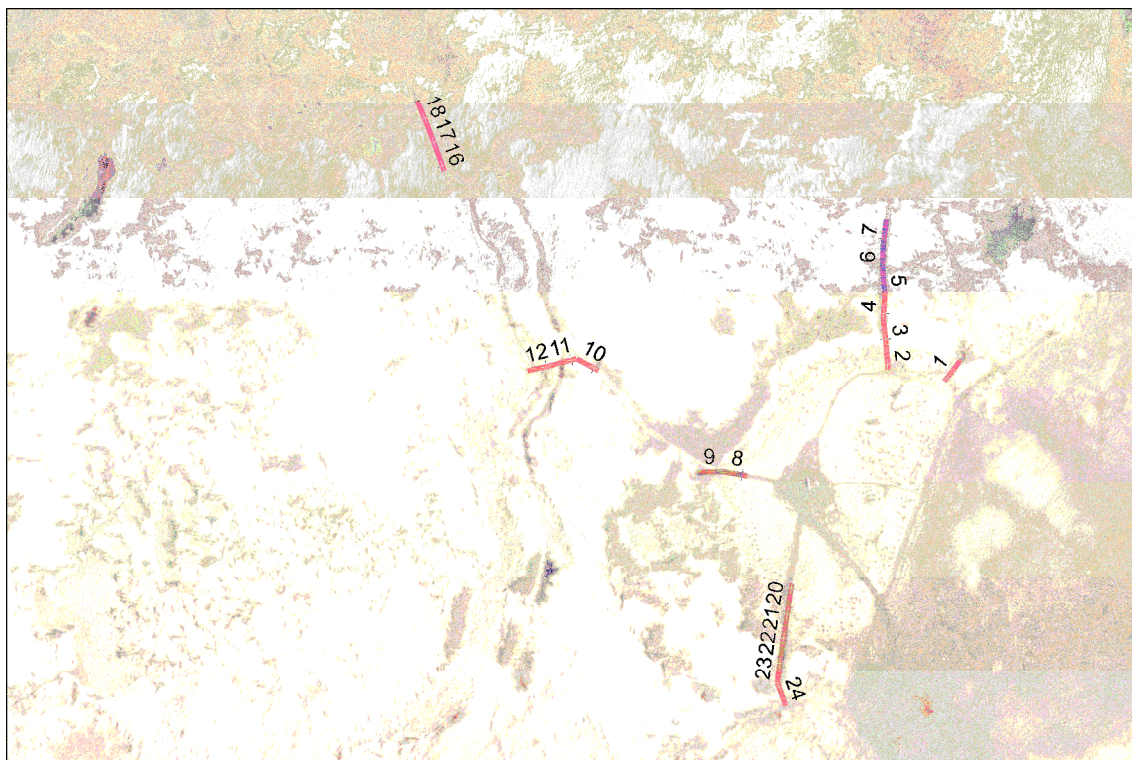
Lisa 1. Rõngastuspäeviku andmevorm.

Date	Hour	Type	Ring	Net	Species	Sex	Age	Fat	Wing	Weight	Ringer	Site
20.07.2011	1730	VA	76294	6	ACR SCI		4	2	66	13,3	Indrek Tammekänd	Pulgoja
20.07.2011	1730	VA	76295	2	PAN BIA	F	4	1	60	15,5	Indrek Tammekänd	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76296	11	ACR SCI		4	2	66	12,3	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76297	16	ACR SCH		4	1	65	11,9	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76298	16	ACR SCI		4	2	67	12,9	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76299	17	ACR SCI		4	2	68	13,3	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76300	18	ACR SCI		4	2	69	13,5	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76301	2	ACR SCI		4	2	67	12	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76302	3	PAN BIA	M	4	3	59	15,2	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76303	3	ACR SCI		3	2	66	13,1	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76304	5	ACR SCI		4	2	67	13,9	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76305	6	ACR SCI		4	3	66	13,5	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76306	22	ACR SCI		4	2	69	12	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1830	VA	76307	23	ACR SCI		3	2	66	13,6	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1930	VA	76308	16	ACR SCI		4	2	69	13,8	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1930	VA	76309	16	ACR SCI		4	3	68	13,8	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1930	VA	76310	11	ACR SCI		4	2	67	12,6	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1930	VA	76311	18	ACR SCI		3	2	68	12,4	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	1930	VA	76312	22	ACR SCH		4	2	70	12,7	Margus Ots	Pulgoja
20.07.2011	2100	VA	76313	2	ACR SCI		4	2	67	12,1	Margus Ots	Pulgoja
...

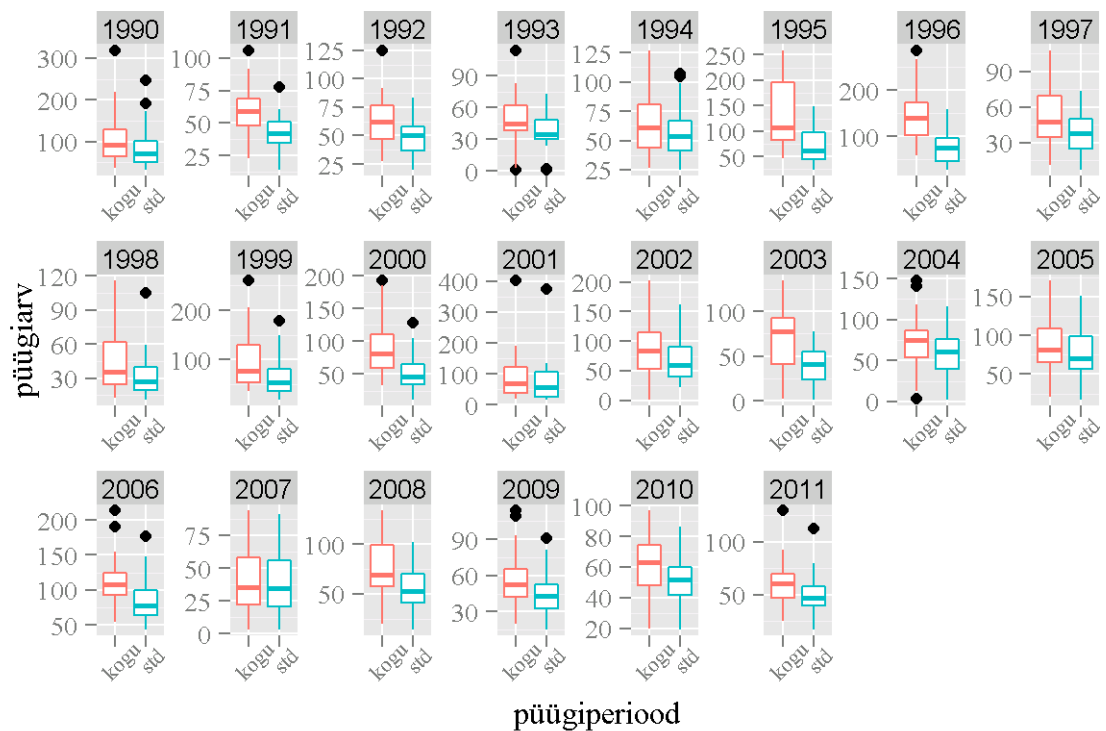
Lisa 2. Võrkude identiteedi numbrid ja üleval olevad võrgud aastatel 1990-2011



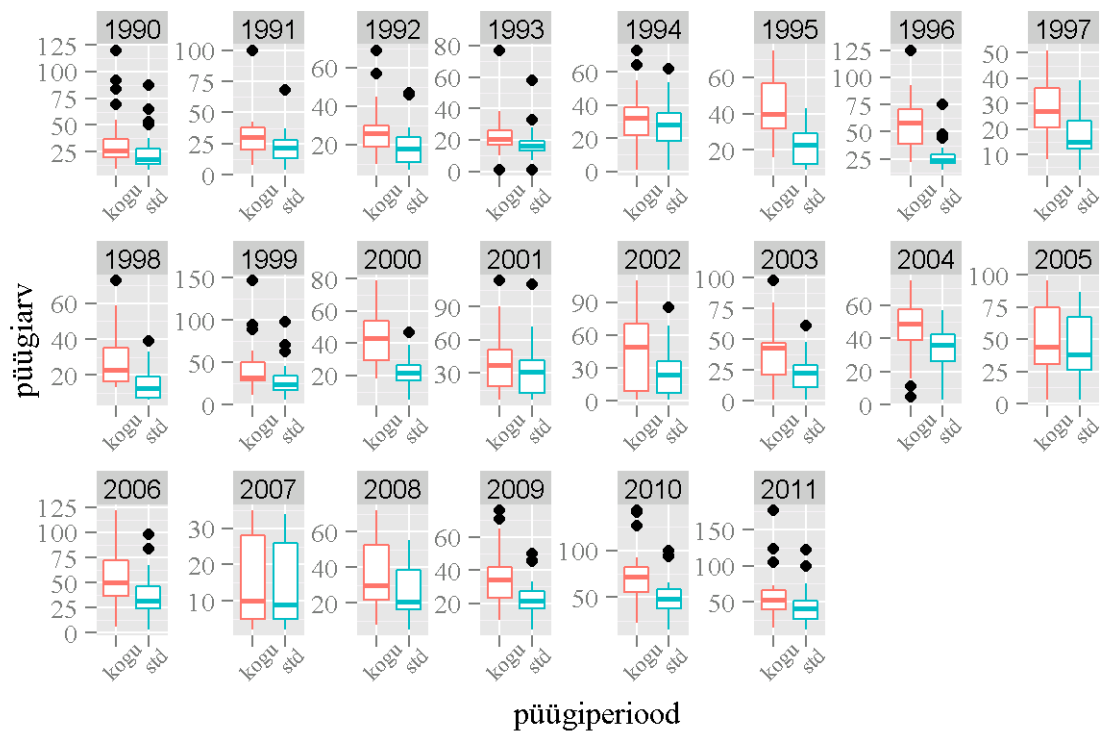
Lisa 3. Võrkude arv ja asukoht aastatel 2009-2011



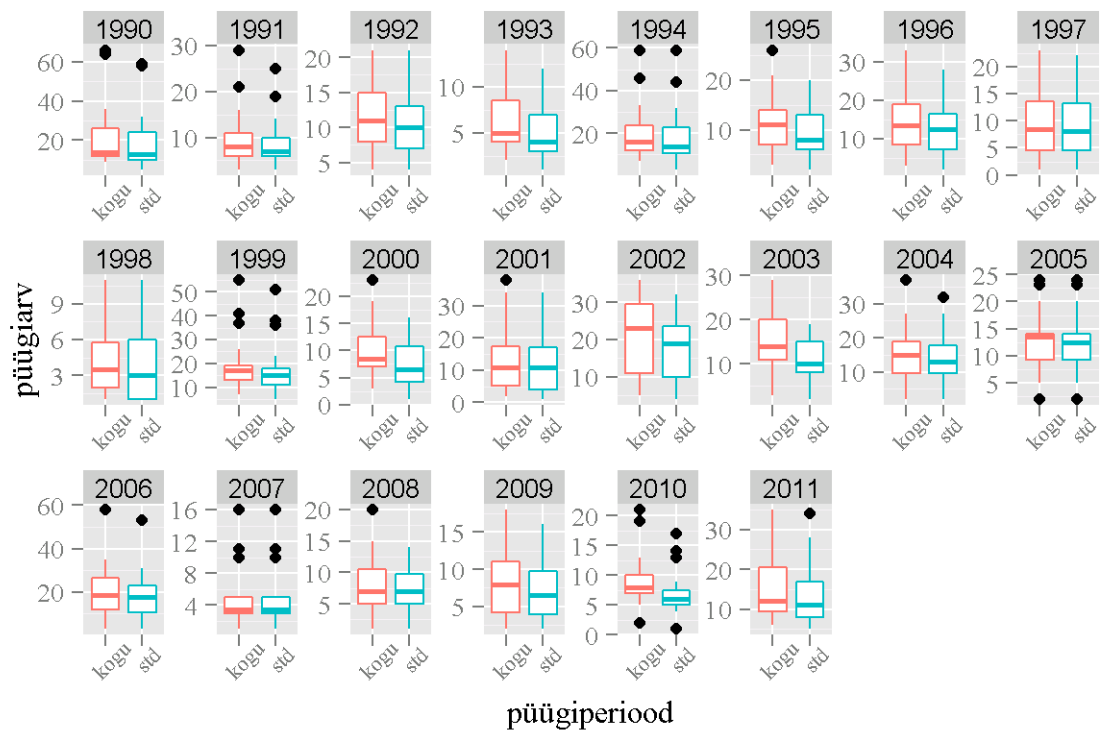
Lisa 4. Kõrkja-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevus võrkude kaupa aastatel 1990-2011



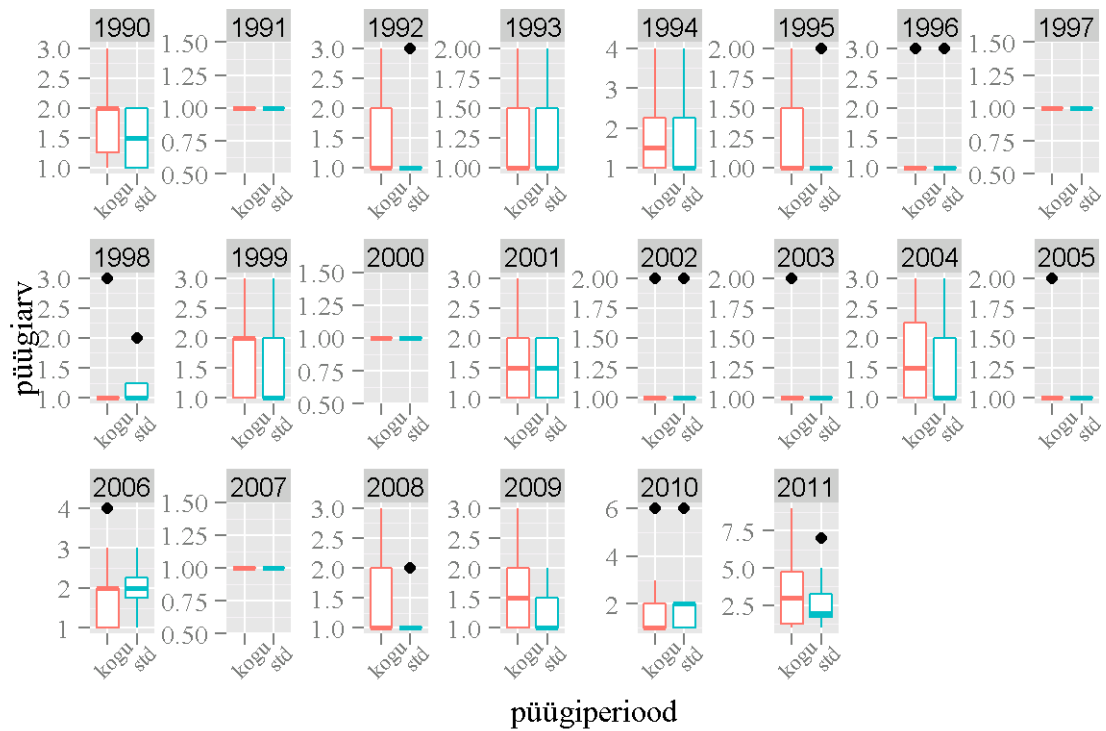
Lisa 5. Tiigi-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevus võrkude kaupa aastatel 1990-2011



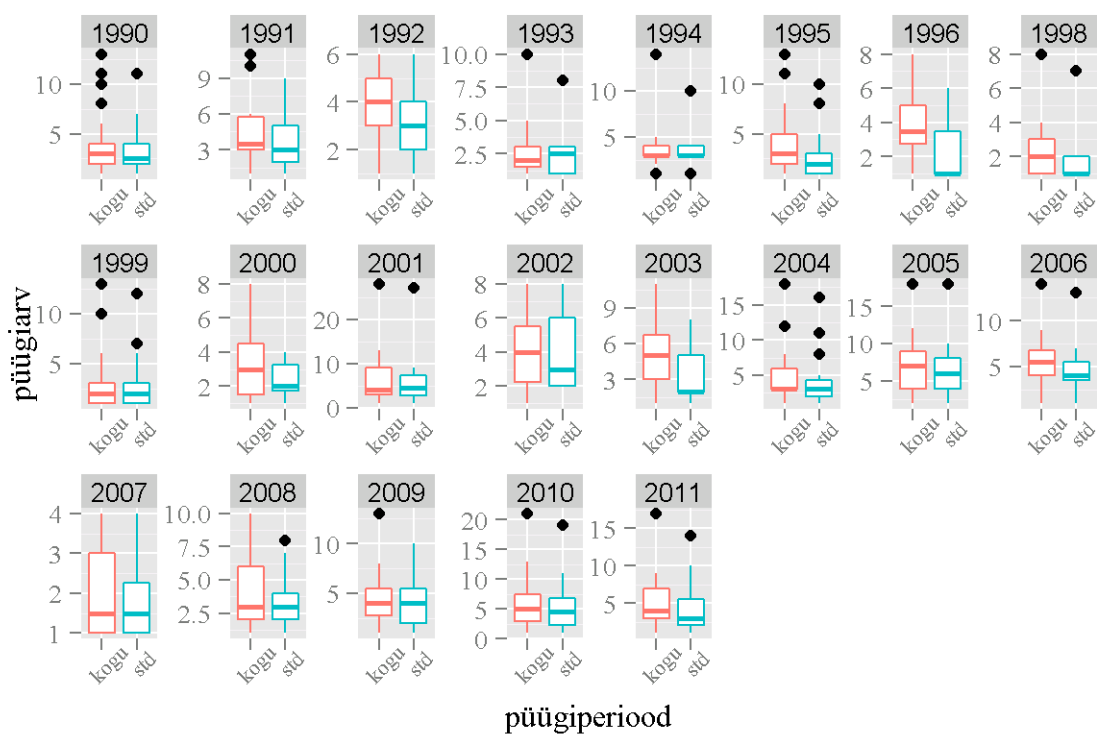
Lisa 6. Soo-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevus võrkude kaupa aastatel 1990-2011



Lisa 7. Aed-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevus võrkude kaupa aastatel 1990-2011



Lisa 8. Rästas-roolinnu summaarse ja standartiseeritud summaarse püügi erinevus võrkude kaupa aastatel 1990-2011



Lisa 9. Standardiseeritud perioodi roolindude püügiarv ja soodsate püügipäevade arv.

aasta	püük	soodus
1990	3286	19
1991	1919	17
1992	2013	13
1993	1549	14
1994	2102	21
1995	2723	22
1996	2232	21
1997	1203	22
1998	970	7
1999	2867	22
2000	1552	15
2001	2345	15
2002	1339	27
2003	1665	19
2004	2271	20
2005	2487	17
2006	2660	20
2007	1033	14
2008	1687	12
2009	1454	18
2010	2225	18
2011	2161	20

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ THEA PERM _____

(*autori nimi*)

(sünnikuupäev: _____ 07.10.1971 _____)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Roolindude (*Acrocephalus sp*) püügiefektiivsust mõjutavad tegurid Hädameeste Pulgoja
linnujaamas _____ sügisrände _____ perioodil _____

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____ Meelis Leivits _____,

(*juhendaja nimi*)

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 15.05.2013 (*kuupäev*)